Zoologie

Nicht für den Austausch

Anatomie und Biologie von Ergasilus minor Halisch

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung des Doktorgrades bei
der Naturwissenschaftlichen Fakultät
der Schlesischen Friedrich-Wilhelms-Universität zu Breslau

vorgelegt von

Walter Halisch
aus Ludwigsglück O/S.

Breslau 1941

Breslauer Genossenschafts-Buchdruckerei, e.G.m.b.H., Breslau 1, Ursulinerstr. 1.

Referent: Prof. Dr. Wunder
Korreferent: Prof. Dr. Goetsch

Examen rigorosum: 13. Juli 1939

Gedruckt mit Genehmigung der Naturwissenschaftlichen Fakultät
der Schlesischen Friedrich-Wilhelms-Universität zu Breslau

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Vorliegende Arbeit erscheint gleichzeitig in der „Zeitschrift für Parasitenkunde“,
11. Band, 2. und 3. Heft

(Aus der Forschungsstelle für Teichwirtschaft und Fischzucht an der Universität Breslau [Leiter: Prof. Dr. W. Wunder].)

ANATOMIE UND BIOLOGIE VON ERGASILUS MINOR HALISCH.

Von

Walter Halisch.

Mit 27 Textabbildungen in 54 Einzelbildern.

(Eingegangen am 25. August 1939.)

Inhaltsübersicht.

Seite

A. Einleitung 284
B. Hauptteil 286
I. Morphologie 286
1. Pigmentierung 287
2. Äußere Körperform 287
3. Innere Anatomie 295
4. Entwicklungsgeschichte 304
II. Biologie und Physiologie 312
1. Festheftung 312
2. Befall 317
3. Nahrung 318
4. Kiemenschädigung 320
5. Atmung 321
6. Lebenslauf 322
7. Verbreitung 325
III. Bekämpfung 326
C. Zusammenfassung 329
D. Literaturverzeichnis 330

A. Einleitung.

Untersucht man im Freien gefangene Wirbeltiere, so stellt man häufig einen Befall mit Parasiten verschiedenster Art fest, ohne daß die Wirtstiere Krankheitserscheinungen erkennen lassen. Die gleichen, im Freien oft harmlosen Schmarotzer können dagegen in der Gefangenschaft bei dem Wirt schwere Erkrankungen hervorrufen.

Wie erklärt sich die merkwürdige Tatsache? Unter den natürlichen Bedingungen hat ein Tier genügend Raum und Bewegungsfreiheit, und es besitzt bei richtiger Ernährung eine große Widerstandsfähigkeit gegenüber den Schmarotzern. Vielfach wird schon durch bestimmte Abwehreinrichtungen ein Eindringen von Schmarotzern in den Körper des Wirts weitgehend verhindert. Aber selbst wenn sich die Parasiten angesiedelt haben, so verfügt der Wirtskörper über eine ganze Reihe von Maßnahmen, um den Schmarotzer in seiner Schädigung und Vermehrung zu beschränken. Vielfach gehen diese Maßnahmen so weit, daß ein in den Wirtskörper eingedrungener Parasit von der Ernährung abgesperrt, durch Bindegewebe abgekapselt und durch Kalkabscheidung unschädlich gemacht wird. In anderen Fällen treten die Schmarotzer in so geringer Zahl auf, daß sie praktisch keine stärkere Reaktion und auch keine Schädigung herbeiführen können.

Unter den Bedingungen in der Gefangenschaft und insbesondere bei der Zucht sehr zahlreicher Individuen der gleichen Art auf engem Raum gewinnt nun leicht

der Schmarotzer die Oberhand. Einmal sind für die Ansteckung der Wirtstiere auf dem engen Raum günstigste Bedingungen geboten. Die Ansteckungskeime steigern sich immer mehr, und die einzelnen Wirtstiere kommen ständig mit ihnen in Berührung. Der enge Raum, auf dem die Tiere heranwachsen, bringt aber zugleich Schädigungen verschiedenster Art mit sich. Die natürliche Bewegung und damit eine kräftige Atmung und Durchblutung des Körpers fehlen mehr oder weniger. Auch an frischer Luft kann es mangeln. Das Licht ist unter Umständen ungenügend. Kommt noch hinzu, daß infolge einer unzweckmäßigen oder ungenügenden Ernährung eine Schädigung eintritt, so kann sehr leicht ein vorher harmloser Schmarotzer zum Krankheitserreger werden. Die Abwehrmaßnahmen des Wirtskörpers versagen zum Teil. Die Parasiten dringen infolgedessen in großer Zahl in den Körper ein. Aber nun vermag das Wirtstier eine starke Vermehrung der Schmarotzer nicht zu verhindern, und so richten die Parasiten schwerste Schädigungen im Wirtskörper an. Der Ausbruch einer schweren Erkrankung folgt vielfach einer Überanstrengung oder irgendeiner schweren Schädigung des Wirtstieres auf dem Fuß.

Während man früher eine Zeitlang glaubte, durch entsprechende Medikamente die Schmarotzer im Wirtskörper oder in seiner Umgebung abtöten und auf diese Weise die Krankheit ausschalten zu können, weiß man heute bei vielen Krankheiten von Tieren, die vom Menschen gezüchtet werden, daß die unbiologischen Bedingungen bei der Aufzucht die Schuld an der Krankheit tragen. Man versucht deshalb auch auf einem anderen Weg die Krankheiten zu heilen oder zu verhüten. Es ist notwendig, die Widerstandskraft der Wirtstiere durch zweckmäßige Haltung zu steigern und die Vermehrung der Schmarotzer durch eine biologische Bekämpfungsweise weitgehend zu unterdrücken. — In dem Wechselverhältnis Wirtstier und Parasit können wir die feineren Zusammenhänge erst erfassen, wenn wir über die Lebensgeschichte der Schmarotzer und über die Art der Ansteckung der Wirtstiere genauer Bescheid wissen. Dann finden wir vielfach eine ganz einfache, auch bei der Züchtung anwendbare Methode, welche uns Bekämpfungs- und Vorbeugungsmaßnahmen ermöglicht.

Das gleiche, was für die Krankheitsbekämpfung besonders bei den Haustieren und beim Menschen gilt, trifft in vieler Hinsicht auch für die Bekämpfung der Fischkrankheiten zu. Wir können erst dann erfolgreich gegen einen Parasiten vorgehen, wenn wir ihn ganz genau kennen. Verhältnismäßig wenig untersucht sind bisher die Krankheitserreger der Schleie. So war es möglich, in *Ergasilus minor* einen neuen Parasiten zu beschreiben. Es ergab sich die Notwendigkeit, die Anatomie und Biologie dieses Krankheitserregers in Beziehung zu setzen zu derjenigen von *Ergasilus sieboldi,* der ebenfalls auf der Schleienkieme angetroffen wird, aber schon lange bekannt war.

Es ist nicht ganz leicht, die Biologie und Entwicklungsgeschichte dieser Fischparasiten im Aquarium zu beobachten und den Gang der Infektion festzustellen. Frühere Untersucher gelangten entweder nur in den Besitz von frühesten Entwicklungsstadien, welche im Freien gefangen worden waren, oder sie verzichteten darauf, eine lückenlose Reihe der Entwicklungszustände aufzustellen. Neuhaus z. B., der eingehende Untersuchungen über *Ergasilus sieboldi* durchführte, konnte nur einige junge Larven fangen. In der vorliegenden Untersuchung ist es jedoch geglückt, den ganzen Lebenslauf des Parasiten vom Ei an über die verschiedenen Larvenstadien bis zum fertig entwickelten Parasiten zu verfolgen und auch noch außer den schmarotzenden Weibchen die frei lebenden Männchen eingehend auf ihren Körperbau zu untersuchen. Auch über die Art der Nahrungsaufnahme konnten Versuche durchgeführt werden, welche zu einer Klärung mancher in der Literatur vorliegender Widersprüche führten. Das Material wurde mir von Professor Dr. Wunder zur Verfügung gestellt, der mir auch das Thema dieser Arbeit stellte und an ihrem Fortgang mit großem Interesse teilnahm.

B. Hauptteil.

I. Morphologie.

Der Parasitismus ruft durch Anpassung an die neuen Lebensbedingungen meist mehr oder minder große Abänderungen der betreffenden Parasiten hervor. Verschiedene schmarotzende Copepoden sind daher morphologisch oft so sehr verändert, daß sie als Hüpferlinge überhaupt

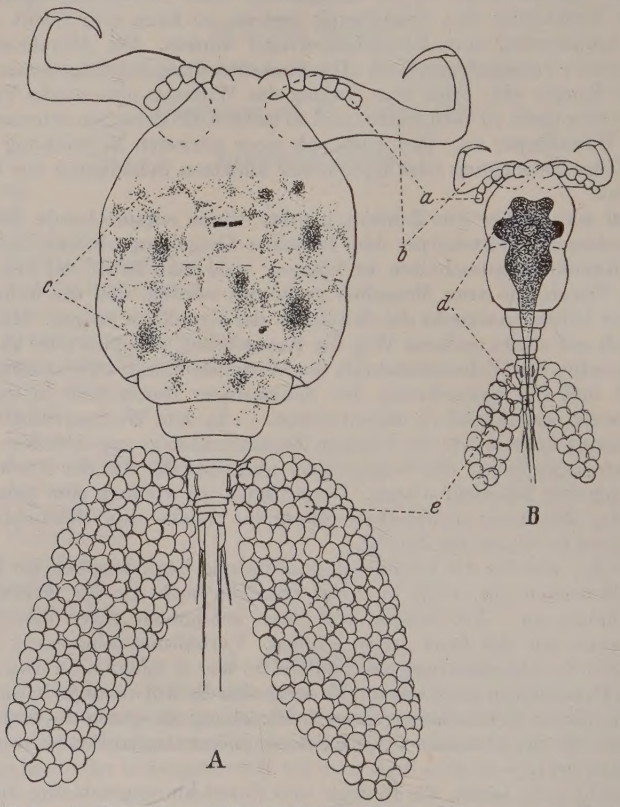


Abb. 1 A und B. A. *Ergasilus sieboldi* mit Körperpigmentierung. B. *Ergasilus minor* mit Darmpigmentierung. *a* Erste Antenne, *b* zweite Antenne, *c* Pigment, *d* Darm (pigmentiert), *e* Eiersäckchen. Vergr. 50.

nicht erkannt wurden. Die typischen Merkmale dieser Krebschen sind dagegen bei den Ergasiliden noch voll erhalten. Der Parasitismus hat bei ihnen verhältnismäßig geringe Änderungen verursacht. Die hier gegenübergestellten beiden Ergasiliden sind morphologisch einander sehr ähnlich, abgesehen von dem gewaltigen Größenunterschied (Abb. 1); beträgt doch die Länge von *Ergasilus sieboldi* ohne die Schwanzborsten 1,31 mm, während *Ergasilus minor* dagegen nur 0,645 mm groß ist. Es ist daher auch verständlich, wenn VON BORY (1) offenbar *Ergasilus minor* für ein Jugendstadium von *Ergasilus sieboldi* gehalten wurde.

1. Pigmentierung.

Das Auffallendste an den beiden Parasiten gegenüber den freilebenden Formen ist wohl die Färbung. Man erkennt daran den großen *Ergasilus* bei einiger Übung mit bloßem Auge sofort aus einer Anzahl verschiedener Copepoden heraus. Bei *Ergasilus minor* dagegen erschwert dessen Kleinheit das Erkennen. Während die Pigmentierung bei den ständig freilebenden Arten oft fehlt oder rötlich ist, haben diese beiden Parasiten eine leuchtend violette bzw. blaue Farbe. Betrachten wir die Art der Pigmente nun genauer. Unter dem Mikroskop stellen wir fest, daß es sich bei *Ergasilus sieboldi* um unregelmäßig verteilte Pigmentanhäufungen handelt. Sie sind nur an der Bauchseite des Parasiten dicht unter seinem Panzer vorhanden (Abb. 1 A). Die Pigmentierung dehnt sich etwa von den Mundgliedmaßen abwärts bis an das Geschlechtssegment aus. Sie ist besonders gut an noch freischwimmenden oder an frisch festgesetzten Tieren zu beobachten. Bei ihnen ist die Färbung am stärksten vorhanden, da das Ovar noch unentwickelt ist und noch kein Pigment in die Eizellen einwanderte. Lebendes Material ist für diese Untersuchungen vorzuziehen, da bei abgetöteten Tieren die Farben allmählich ausgezogen werden.

Im Gegensatz zum großen *Ergasilus sieboldi* sind bei *Ergasilus minor* sämtliche Farbkörner auf der gesamten Oberfläche der Darmwand eingelagert. Dadurch tritt der ganze Verdauungsapparat besonders klar hervor (Abb. 1 B). Auffallend ist, daß der Enddarm fast keine Färbung aufweist, erst nahe am After tritt die blaue Farbe wieder auf. Auf diese Erscheinung komme ich im physiologischen Teil bei der Beschreibung der Atmung zurück.

Bei den Pigmenthaufen von *Ergasilus sieboldi*, die aus kleinsten Farbkörnern bestehen, handelt es sich um ein blauviolettes Pigment, dessen Farbe nicht etwa durch ein trübes Medium, welches vor einem dunklen Hintergrund liegt, entstanden ist. Zerdrückt man nämlich die Parasiten unter einem Mikroskop, dann sind bei starker Vergrößerung die einzelnen violetten und auch blauen Pigmentkörner deutlich zu erkennen. Sie behalten ihre Farbe ebenso bei, wie wenn man sie unter dem Panzer des Tieres liegen sieht. Das gleiche trifft auch für die leuchtend blauen, in die Darmwand eingelagerten Farbkörner von *Ergasilus minor* zu.

2. Äußere Körperform.

Während die Färbung auch bei oberflächlicher Beobachtung auffällt, müssen wir jedoch bei eingehenderen Untersuchungen mehr auf den Körper selbst und seine Organe achten. Früher wurden einzelne parasitierende Copepoden nur auf Grund des äußeren Bildes sogar für Würmer gehalten, dagegen ist der Körper des hier beschriebenen Parasiten ebenso wie der eines ständig freischwimmenden Copepoden gebaut. Er setzt sich aus dem Kopf und dem unmittelbar anschließenden Bruststück

(Cephalothorax) mit 4 zugehörigen Segmenten, dem Geschlechtsabschnitt und dem Schwanzstück zusammen. Der Kopf und das erste Brustsegment sind miteinander verschmolzen. Nur eine Einsenkung zeigt an, daß ursprünglich zwei Abschnitte vorhanden waren.

Der Kopf trägt 2 Paar Fühler (Antennen) und die Mundgliedmaßen. An dem folgenden Bruststück, das aus einem großen und vier kleinen Abschnitten besteht, sitzen die 5 Paar Schwimmfüße. Am Geschlechtssegment befinden sich die Ausmündungen der Geschlechtsorgane. Schließlich folgt das gegabelte Schwanzstück, das 4 Paar Borsten trägt.

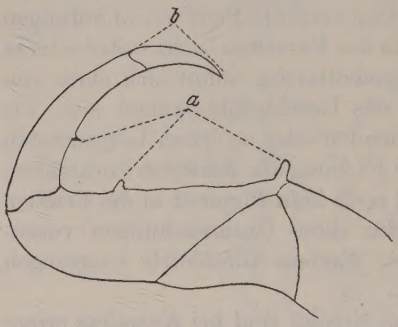


Abb. 2. Klammerorgan von *Ergasilus minor*. *a* Sinnesorgane, *b* Klammerhaken. Vergr. 240.

Das an der Kopfspitze ansitzende 1. Fühlerpaar besteht bei erwachsenen Tieren aus 6 Gliedern (Abbildung 1a). Es ist mit zahlreichen Borsten besetzt. Die 1. Antennen dienen nicht wie bei anderen freischwimmenden Hüpferlingen zur Fortbewegung bzw. zum Schweben, sondern sind wohl als Sinnesorgane zu betrachten. Im Gegensatz zu freilebenden Copepoden sind die 2. Antennen der Parasiten bedeutend stärker entwickelt als das 1. Paar. Sie haben sich ganz auf die Tätigkeit eines sich festsetzenden Schmarotzers umgestellt. Hier sind die 2. Antennen zu Klammerhaken umgebildet (Abb. 1b), mit denen sich der Parasit an den Fischkiemen festhält. Da sie als einziges Befestigungsorgan dienen, sind sie besonders stark entwickelt. Die Klammerorgane bestehen aus 4 Gliedern, deren letztes in einen Haken ausläuft. Bei noch freischwimmenden älteren Jugendstadien und den Männchen sind sie bedeutend schwächer ausgebildet. Sie würden hier bei der Fortbewegung nur störend wirken. Am Knie, zwischen dem 1. und 2. Glied, sitzt ein Sinnesorgan auf. Zwei weitere befinden sich in der unteren Hälfte des 2. Gliedes und etwa in der Mitte des 3. (Abb. 2). Es sind warzenartige Gebilde, denen bei der Festsetzung des Parasiten auf der Fischkieme zweifellos eine wichtige Rolle als Sinnesorgan zukommt. Das 1. ist am größten und verhältnismäßig schwer zu beobachten. Man sieht es nur bei einer bestimmten Lage, wenn die Klammerwerkzeuge nach oben geschlagen sind. Es wurde deshalb bis jetzt nicht gefunden. Das 2. Sinnesorgan ist etwas schwächer, während das 3. am kleinsten ist. Sie sind ebenfalls beim Männchen vorhanden.

Die Mundwerkzeuge bestehen aus einer Oberlippe (Labrum), einem Paar Mandibeln, 2 Paaren Maxillen und der Unterlippe (Labium). Beim Männchen kommen noch ein Paar Maxillarfüße (Maxillipedes) hinzu. Die Freßwerkzeuge sind weder zum Saugen von Blut noch zum Abreißen

fester Nahrung geeignet, wie man bisher annahm. Auf die Art der Nahrung und die Aufnahme derselben komme ich später zurück. Es sollen hier lediglich die Mundgliedmaßen selbst beschrieben werden. Sie sind nicht ganz leicht zu erkennen, darum herrschten früher darüber verschiedene Meinungen. Besonders schwierig ist es beim kleinen *Ergasilus*. Seine Kleinheit erschwert überhaupt alle Untersuchungen. Die Mundwerkzeuge sind, da sie keine Strudel- und Seiharbeit zu leisten haben, etwas

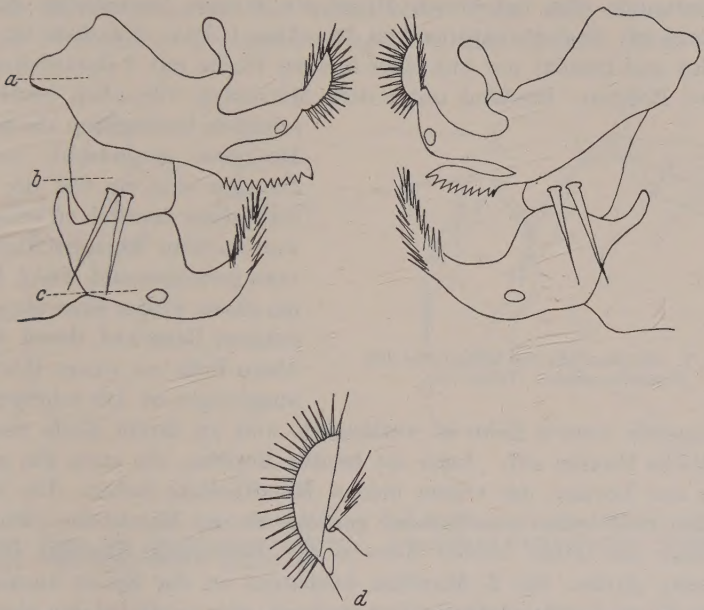


Abb. 3. Mundgliedmaßen von *Ergasilus minor*. *a* Mandibel, *b* erste Maxille, *c* zweite Maxille, *d* erster und zweiter Ast der Mandibel in gespreizter Stellung. Vergr. *a—c* 1150, *d* 2300.

zurückgebildet. Am lebenden Tier sind sie infolge der Undurchsichtigkeit und der Färbung der Krebschen kaum zu erkennen. Erst nach Zerquetschung des lebenden Parasiten oder Aufhellung abgetöteter Tiere ist dies einigermaßen möglich.

Die Gestalt der Freßwerkzeuge ist bei beiden Arten gleich. Am besten sind sie an leeren Panzern, die von den Häutungen übriggeblieben sind, zu erkennen. Bei Beobachtungen derartig kleiner Objekte muß man stets eine größere Anzahl untersuchen, um zu eindeutigen Ergebnissen zu gelangen. Die Mundgliedmaßen entsprechen genau denjenigen, die NEUHAUS in seiner Arbeit abgebildet hat.

Die Oberlippe und die Unterlippe sind Chitinplatten, die beide etwas nach unten gerichtet sind. Die Oberlippe ragt, von der Seite gesehen, etwas über die Mundwerkzeuge hinaus, dagegen ist die Unterlippe nur als eine einfache Verdickung zu erkennen. Die Mandibeln bestehen aus

3 Ästen, die einer etwa rechteckigen Platte aufsitzen. Der 1. Ast sitzt auf einem stielartigen Gebilde dicht neben den 2. gepreßt, so daß dieser kleinere oft völlig verdeckt ist und als selbständiger Ast bisher nicht erkannt wurde (Abb. 3). Beim kleinen *Ergasilus* bereitet es auf jeden Fall große Schwierigkeiten, ihn genau zu erkennen. Der 1. und 2. Ast sind mit Borsten versehen, die lang und kammartig sind, dagegen ist der 3. Ast sägeartig eingeschnitten. An der inneren Ecke des oberen Plattenrandes sitzt auf einem Hügel ein kleiner beweglicher Kolben, der wohl als Taster anzusprechen ist. Das 1. Paar Maxillen ist rückgebildet und besteht nur aus einer kleinen Platte mit 2 daraufsitzenden starken Borsten. Sie sind unter dem Mikroskop von oben herab sehr selten zu beobachten, da sie vom Deckglas gequetscht werden. Dagegen sind sie von der Seite fast immer deutlich zu erkennen, weil sie beim lebenden Tier nach vorn gerichtet sind. Die 2. Maxillen sitzen wieder einer etwa viereckigen Basis auf, deren äußere obere Ecke zu einem Hörnchen ausgezogen ist. Die schräg gegenüberliegende untere Ecke ist verlängert, und an ihrem Ende sitzt die eigentliche Maxille auf. Auch sie besitzt Borsten, die etwa die gleiche Länge der Borsten der ersten beiden Mandibeläste haben. Die beiden Maxillen sind weiter auseinander gerückt als die Mandibeln. Während bei diesen die ersten beiden Äste in der Bewegung einander bequem berühren, stoßen die 2. Maxillen höchstens an der Spitze zusammen.

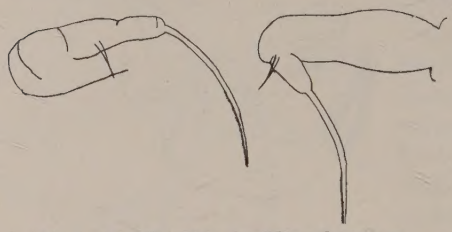


Abb. 4. Maxillarfüße des Männchens von *Ergasilus minor*. Vergr. 500.

Die Form der Mundgliedmaßen wechselt sehr wenig bei den einzelnen Individuen. Bei Gegenüberstellung der Freßwerkzeuge von *Ergasilus sieboldi* und *Ergasilus minor* sind beide im Prinzip gleich. Es besteht also durchaus kein Grund zur Abnahme, daß etwa die Nahrung und ihre Aufnahme bei beiden Tieren verschieden wären. Die Männchen von *Ergasilus* besitzen außer diesen Mundgliedmaßen noch ein Paar Maxillarfüße, die sämtlichen Weibchen fehlen (Abb. 4). Sie dienen den Männchen zur Befestigung bei der Begattung.

Über den Bau der Männchen von *Ergasilus sieboldi* sind früher keine Angaben gemacht worden. Erst Neuhaus bringt Zeichnungen von einem Präparat aus dem Jahre 1898. Es stammt von Steuer (10), der freischwimmende Männchen und Weibchen bereits damals fing. Merkwürdigerweise ist dies seitdem nie in anderen Arbeiten erwähnt worden. Auch Neuhaus hat nur über die äußere Gestalt des Männchens geschrieben. Über die inneren Organe fehlten bisher jegliche Angaben. Erst dadurch, daß es gelungen ist, Ergasiliden zu züchten, was bisher nicht der Fall war, kann über den Bau der äußeren und inneren Organe des

Männchens berichtet werden. Das 1. Paar Fühler ist nur wenig schwächer entwickelt als bei den Weibchen, dagegen ist der Unterschied der Klammerhaken gewaltig. Ihre starke Entwicklung ist bei den Männchen unnötig, da ja eine Festheftung auf einem Wirt nicht in Frage kommt. Sie würden dem freischwimmenden Tier nur in der Bewegung hinderlich sein. Die Klammerorgane der Männchen sind daher nicht stärker als seine Fühler ausgebildet. Sinnesorgane sind auch hier vorhanden.

Die Mundgliedmaßen der männlichen Tiere sind dieselben wie die der Weibchen. Die darunterliegenden Maxillarfüße (Abb. 4) sind

Abb. 5. Zweites Schwimmfußpaar. *a* Borsten, *b* Dornen. Vergr. 500. Die Borsten sind ihrer Länge wegen abgebrochen gezeichnet.

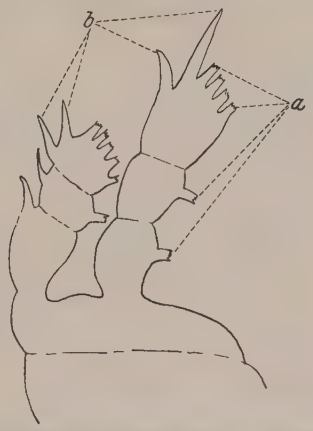


Abb. 6. Erstes Schwimmfußpaar. *a* Borsten, *b* auffallend starke Dornen. Vergr. 500.

dreigliedrig. Sie bestehen aus einem breiten, kurzen Basalglied, dem ein 3mal so langes Glied folgt. Das 3. Glied, der Fuß, ist am Anfang verdickt und läuft, allmählich gebogen, am Ende spitz zu. Der stärkere Teil des Gliedes trägt eine lange, starke Borste. Im letzten Drittel ist der Maxillarfuß an der Innenseite noch fein gezähnt, wohl um bei der Festheftung am Weibchen während der Begattung einen festeren Halt zu gewähren. Der Maxillarfuß von *Ergasilus sieboldi* läuft nicht spitz zu, sondern ist am Ende etwas keulenförmig verdickt.

Auf die Mundgliedmaßen folgen die Schwimmfüße. Es sind 4 Paar wohlentwickelte und 1 Paar rückgebildete vorhanden. Der mit dem Kopf verschmolzene erste Brustabschnitt trägt das 1. Paar Schwimmfüße, der 2.—4. Abschnitt die entsprechenden. Die 4 ersten Beinpaare sind je 2ästig. Man unterscheidet daran einen Außen- und Innenast (Exo- und Endopodit). Beide sitzen 2 Basalgliedern auf, von denen das eine mit dem Körper, das andere mit den Ästen verbunden ist. Sämtliche Äste bis auf den Außenast des 4. Schwimmfußpaares bestehen aus 3 Gliedern. Sie sind zum großen Teil mit Borsten, teilweise mit Dornen

besetzt. Das äußerste Glied trägt mehrere lange Borsten, die bei freischwimmenden oder erst kurze Zeit festgesetzten Ergasiliden stets befiedert sind. Oft sind die Glieder der Äste und die Basalglieder, auf denen die Äste aufsitzen, am Rande gezähnt und beborstet. Das äußerste Glied der beiden Äste des 1. Schwimmfußpaares besitzt je 2 auffallend starke Dornen, die wohl bei der Nahrungsaufnahme eine gewisse Rolle spielen (Abb. 6). Ich komme bei der Schilderung der Ernährung selbst noch darauf zurück. Der Außenast des 4. Beinpaares ist nur 2gliedrig (Abb. 7). Auch er ist mit Borsten und Dornen besetzt. Das 5. Paar Füße besteht nur aus einer Borste, die auf einem kleinen Hügel aufsitzt (Abb. 8 A).

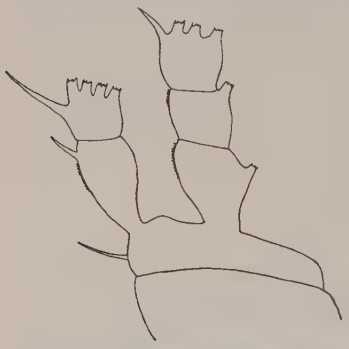


Abb. 7. Viertes Schwimmfußpaar. Der Außenast ist nur zweigliedrig. Vergr. 500.

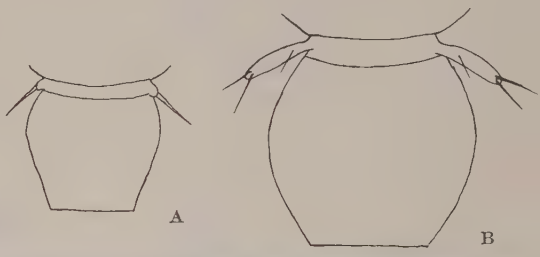


Abb. 8 A und B. Rudimentäres Schwimmfußpaar und Geschlechtssegment. A Von *Ergasilus minor*, B von *Ergasilus sieboldi*. Vergr. 285.

Es ist ebenso wie das betreffende 5. Segment rudimentär. Bei *Ergasilus sieboldi* sind die ersten 4 Schwimmfußpaare auch gut ausgebildet, während das 5. Paar ebenfalls in der Entwicklung zurückgeblieben ist. Allerdings ist es in der Form wesentlich anders gebildet als bei *Ergasilus minor*. Es besteht aus einem zylinderförmigen Glied, auf dem 2 Borsten aufsitzen (Abb. 8 B), eine 3. Borste sitzt etwa in der Mitte des Gliedes. Dieser rückgebildete Schwimmfuß ist zur Artbestimmung der Hüpferlinge ein wichtiges Merkmal. Bei freischwimmenden Stadien und erst kurze Zeit festgesetzten Parasiten sind sämtliche Borsten der 1. Antenne, der Schwimmfüße und des Schwanzes stark gefiedert.

In nachfolgender Übersicht (Tabelle 1) wird die Borstenzahl der einzelnen Schwimmfußpaare von *Ergasilus sieboldi* und *Ergasilus minor* gegenübergestellt.

In der Übersicht sind die Borsten und Dornen der einzelnen Schwimmfußpaare angegeben. Die linke Zahl bedeutet die Borsten und die rechte Zahl die Dornen der einzelnen Glieder. Man erkennt, daß Abweichungen in der Anzahl der Borsten und Dornen in dem Außenast des 1. und 4. Schwimmfußpaares und dem Innenast des 2., 3. und 4. Paares vorhanden sind.

Tabelle 1.

Schwimmfußpaare		Exopodit von *Ergasilus*		Endopodit von *Ergasilus*	
		sieboldi	*minor*	*sieboldi*	*minor*
1. Paar	1. Glied	0—1	0—1	1—0	1—0
	2. „	1—1	1—1	1—0	1—0
	3. „	5—2	4—2	4—2	4—2
2. Paar	1. Glied	0—1	0—1	1—0	1—0
	2. „	1—0	1—0	2—0	1—0
	3. „	6—1	6—1	4—1	4—1
3. Paar	1. Glied	0—1	0—1	1—0	1—0
	2. „	1—0	1—0	2—0	1—0
	3. „	6—1	6—1	4—1	4—1
4. Paar	1. Glied	0—1	0—1	1—0	1—0
	2. „	5—0	4—1	2—0	1—0
	3. „	—	—	3—1	3—1

5. Paar bei beiden Ergasiliden rudimentär. *Ergasilus sieboldi* besitzt ein zylinderförmiges Glied mit 3 Borsten. *Ergasilus minor* hat nur einen kleinen Hügel mit einer Borste.

Der 6. Abschnitt, das Geschlechtssegment, besitzt 2 große, lange Öffnungen, in die der paarige Eileiter zusammen mit der paarigen Ausmündung des Samenbehälters führt. Es ist die Geschlechtsöffnung, aus der die Eier und eine Kittsubstanz zu ihrer Festheftung heraustreten. An diese Öffnung werden die Samenkapseln durch die Männchen befestigt. Die Samenfäden wandern dann in den weiblichen Samenbehälter (Receptaculum seminis) hinein. Der gleichlaufende Körperabschnitt bei den Männchen ist anders als bei den Weibchen geformt. Während er beim Weibchen oben breit ist und sich nach dem Schwanzende zu verjüngt, ist er bei den Männchen umgekehrt, oben dünner und verdickt sich nach der Schwanzregion zu. 2 wulstartige Anhänge sitzen seitlich. Ihrer Spitze sitzt je eine Borste auf (Abb. 9 A und B). Bis in diesen Abschnitt hinab reichen die ovalen Samenkapseln. Die gleichen Verhältnisse liegen auch bei *Ergasilus sieboldi* vor. In der Arbeit von Neuhaus ist dieser Abschnitt nicht ganz richtig gezeichnet, er ist dort ähnlich dem der Weibchen abgebildet. Dieser Irrtum ist wohl auf das Alter oder eine Verletzung des Präparates zurückzuführen.

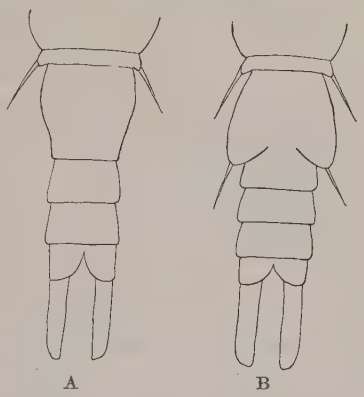


Abb. 9 A und B. Geschlechts- und Schwanzsegmente. A Vom Weibchen, B vom Männchen. Vergr. 225.

Es folgt nun der Schwanzteil. Im Anschluß an den Geschlechtsabschnitt folgen bei den Weibchen 2 Segmente, woran 2 weitere, 1 geteiltes und 1 paariges Segment, sitzen (Abb. 9 A). Der 1. gespaltene

Schwanzabschnitt ist bei den einzelnen Tieren sehr verschieden tief eingeschnitten, der 2. dagegen ist immer völlig getrennt. Es sind also beim Weibchen 4 Abschnitte vorhanden. Beim Männchen folgen dagegen auf den Geschlechtsabschnitt 5 Segmente, und zwar 3 ungeteilte, 1 gespaltenes und 1 paariges (Abb. 9B). Am letzten Abschnittspaar sitzen noch 4 Borsten auf. 2 davon sind groß und deutlich zu erkennen, da sie oft länger als sämtliche Geschlechtssegmente sind, dagegen sind die anderen beiden Borsten bedeutend kleiner und schwer festzustellen. Sie sind bei erwachsenen Tieren rückgebildet, bei jüngeren aber noch gut entwickelt und auf der Bauchseite befestigt. Die schwierige Feststellung der beiden kleinen Borsten hat auch zu den Irrtümern geführt, die mehreren Beobachtern unterlaufen sind. Wie bereits mitgeteilt, sind auf Grund dieser Irrtümer mehrere neue Arten beschrieben worden, die aber tatsächlich gar nicht vorhanden waren. Es sind oft nur 2 oder 3 Borsten beobachtet worden, und die Autoren sahen sich deshalb veranlaßt, neue Arten aufzustellen. In Wirklichkeit war es wohl immer nur *Ergasilus sieboldi*, wie die Arbeiten von Neuhaus (7) und Markewitsch (6) ergaben. Ebenso verhält es sich mit den Borsten der Schwimmfüße, auch verschiedene Länge und Zahl der Schwanzborsten wurden als neue Artmerkmale verwendet.

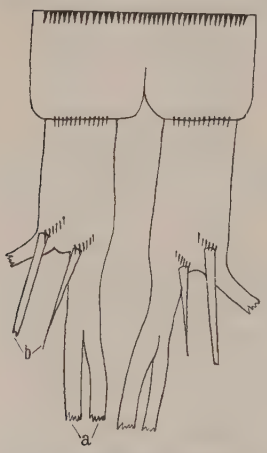


Abb. 10. Schwanzborsten vom freischwimmenden, 5 borstigen *Ergasilus sieboldi*. Die Borsten sind ihrer Länge wegen abgebrochen gezeichnet. *a* Gespaltene Borste, *b* ventrale Börstchen. Vergr. 475.

Ich habe neuerdings beobachtet, daß es Formen bei *Ergasilus sieboldi* gibt, die tatsächlich 3 große Borsten außer den 2 kleinen besitzen (Abb. 10). Ihre Anordnung ist folgende: Außen sitzt die kleinere Borste, die etwa nur die halbe Länge der größten hat. Die innenitzende Borste ist dicht über der Basis gespalten, und es sind so 2 Borsten entstanden. Von diesen beiden ist wieder die innere am kleinsten. Die Länge ist die gleiche wie die der äußersten, also nur $^1/_2$ der längsten. Die doppelte Borste wurde bisher nur bei *freischwimmenden* Männchen und Weibchen festgestellt, die Weibchen befanden sich kurz vor der Festheftung auf dem Wirtstier. Die Annahme, daß es auch 5borstige Parasiten gibt, ist durchaus möglich, da in der kurzen Zeit bis zur Festheftung eine Rückbildung der doppelten Borste kaum eintreten kann. Außer den 2 großen waren die beiden normalen, an der Bauchseite entspringenden kleinen Borsten ebenfalls vorhanden. Es befinden sich noch eine Anzahl feinster Börstchen an der Bauchseite des letzten Abschnittes und ebenso am Rande der anderen Segmente. Ob es sich bei den gespaltenen Borsten nur um anormale Erscheinungen bei den Tieren handelt oder ob es hier tatsächlich immer

wiederkehrende Merkmale sind, sollen meine weiteren Untersuchungen, die zur Zeit noch laufen, ergeben. Die Annahme, daß verschiedene *Ergasilus*-Arten nur eine sind, und zwar der 4borstige *Ergasilus sieboldi*, ist durch das Auffinden einer 5. Borste etwas fragwürdig geworden. Es gibt also auch 5borstige Ergasiliden.

Die 2 großen Hauptborsten sind durch Plasma, das deutlich zu erkennen ist, mit dem Segment verbunden, dagegen die beiden kleinen nicht. Bei freischwimmenden und erst kurze Zeit festgesetzten Parasiten sind sämtliche Borsten gefiedert. Bei dem 5borstigen *Ergasilus sieboldi* ist noch zu bemerken, daß es sich um freischwimmende, aber völlig ausgewachsene, geschlechtsreife Männchen und Weibchen handelte. Unter dem selbstgezüchteten Material befanden sich aber auch erwachsene Tiere mit nur 4 Paar Borsten. Die Elterntiere habe ich daraufhin noch nicht untersucht.

Die Zahl und Länge der Schwanzborsten wurden in der Systematik als Artenmerkmal verwendet. Wie vorsichtig man bei derartigen geringfügigen Unterschieden mit der Aufstellung einer neuen Art sein muß, zeigen die bereits genannten Beispiele. Ein aufmerksamer Beobachter wird bei Betrachtung einer größeren Anzahl von Ergasiliden die Feststellung neuer Arten nur auf Grund der Zahl und Länge der Borsten wahrscheinlich unhaltbar finden. Oft sind nämlich an ein und demselben Tier die Länge und Zahl der Borsten durch Bruch oder Abnützung verschieden. Unbedingt nötig ist es aber, wenn die Zahl der Borsten zu Bestimmungen herangezogen wird, daß, wie bereits erwähnt, eine größere Anzahl von Tieren untersucht wird. Oft erschweren die Kleinheit bestimmter Merkmale und auch verschiedene Fixierungsflüssigkeiten die Untersuchungen. Lebendes oder frisches Material eignet sich am besten dazu.

Wie der Vergleich zwischen *Ergasilus sieboldi* und *Ergasilus minor* gezeigt hat, sind in der äußeren Form, von der Größe abgesehen, keine wesentlichen Unterschiede vorhanden. Trotzdem sind aber die anderen Merkmale vollauf berechtigt, und damit ist die neue Art gekennzeichnet.

Soweit ich Gelegenheit hatte, beide Tiere auch auf den Bau der inneren Organe hin zu vergleichen, waren auffallende Verschiedenheiten hier nicht zu beobachten. Bisher war über die innere Anatomie der Weibchen wenig und über die der Männchen nichts bekannt, nur Wilson (11) brachte einiges über amerikanische Formen. In der Hauptsache hatte auch er nur die Weibchen behandelt, über die Organe der Männchen dagegen wurden nur einige kurze Angaben gemacht. Zeichnungen waren nur über die Geschlechtssegmente und die Mundgliedmaßen vorhanden. Neuhaus ging in seiner Arbeit insbesondere auf den Verdauungsapparat ein. Auch hier wurde nur das Weibchen beschrieben.

3. Innere Anatomie.

Während die äußere Gestalt der Ergasiliden im allgemeinen nur geringe Abänderungen erfahren hatte, wurden die inneren Organe durch

den Parasitismus oft stark verändert. Einen großen Teil des Körpers nimmt der Verdauungsapparat ein. Er setzt sich aus dem Mund, dem Schlund, dem Magen und dem Enddarm zusammen. Die schon vorverdaute Nahrung gelangt von dem Mund durch den Schlund in den Magen. Hier wird sie durch Fermente weiter abgebaut und allmählich in die Zellen des Magens aufgenommen. Der unverdaubare Rest wandert in den Enddarm, wo er nach und nach die Form eines ovalen Ballens

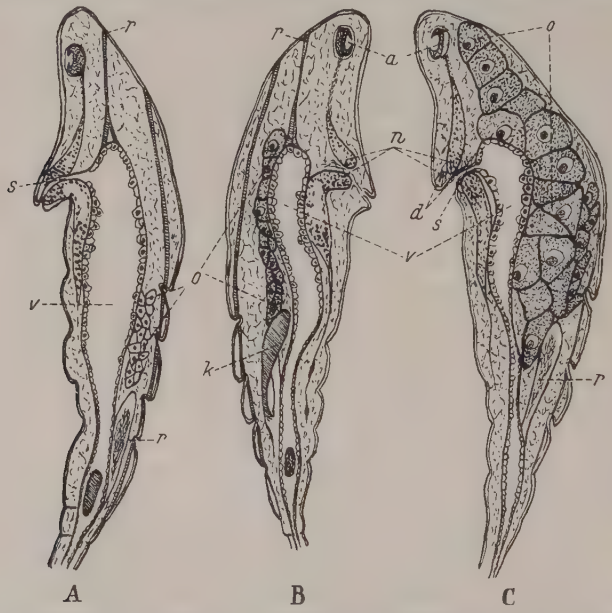


Abb. 11 A—C. Längsschnitte von *Ergasilus minor*. A Längsschnitt mit noch schwach entwickeltem Ovar, bei B ist der Eierstock etwas größer, während er bei C seine stärkste Entwicklung erreicht hat. *o* Eierstock, *r* Samenbehälter (Receptaculum seminis), *k* Kittdrüse, *a* Auge mit zuführendem Nervenstrang, *n* oberes und unteres Schlundganglion, *s* Schlund, *d* Speicheldrüsen, *v* Verdauungsapparat, *r* Rückziehmuskel des Darmes. Vergr. 150.

annimmt. Durch den unteren Darmabschnitt gelangt er, ohne sich wesentlich zu verändern, in den After, und wird durch diesen nach außen gestoßen.

Der Mund wird begrenzt durch die Ober- und Unterlippe, dazwischen liegen die übrigen Mundgliedmaßen. Von der Mundöffnung zieht der Schlund (Oesophagus) als enger Gang im Bogen nach oben und mündet wieder nach unten ziehend in den Magen. Ober- und unterhalb des Schlundes befinden sich zahlreiche, große Drüsenzellen, die Speicheldrüsen. Es sind große Zellen, deren Kerne sich gut färben. Am Anfang des Schlundes und an der Ausmündung in den Magen sind diese Drüsenzellen am größten. Dazwischen liegen kleinere, die unregelmäßig umher liegen. Es sind ovale, an einem Ende ausgezogene, einzellige Drüsen (Abb. 11).

Im Anschluß an den Schlund folgt der Magen. Er reicht noch weit höher in den Kopf hinauf, als die Mundgliedmaßen liegen. Am Kopfende bildet er eine paarige Ausstülpung (Abb. 12 C). Kurz oberhalb und zum Teil in gleicher Höhe der Mundwerkzeuge befinden sich nochmals 2 seitliche Ausstülpungen des Magens, die aber stärker zur Seite ausgetrieben sind als das 1. Paar. Daran anschließend ist nochmals eine geringe Magenerweiterung zu beobachten. Der Magen ist mit großen Drüsenzellen angehäuft, deren stärkste Ausbildung in der Gegend der Mundöffnung und darunter liegt. Diese, wie alle Darmzellen, sind mit der Basis der Körperwand zugewendet, während nach dem Magenhohlraum zu die Ausbildung des Sekretes erfolgt (Abb. 26 A). Man findet oft große, blasige Gebilde an der Magenwand, in einigen Fällen sogar zwei übereinander. Es sind die sekretbildenden Drüsenzellen. Das Sekret selbst wird an der Spitze der Zelle angesammelt und bildet einen Tropfen, der sich bei einer gewissen Größe ablöst. Sofort nach Loslösung wird neues Sekret gesammelt, und es kann vorkommen, daß bereits ein 2. Tropfen entsteht, noch ehe der 1. sich abgelöst hat. Dieses Sekret (Ferment) löst die bereits vorverdaute Nahrung weiter auf. Eine Ausscheidung von Ferment findet auch zur Auflösung des Kiemengewebes der Fische statt.

Dicht an den Magen- und Darmzellen sitzen die Farbkörner. Sie liegen rund um den Darm, reichen etwa bis zum Ende des Magens, und ihre Zahl verringert sich am unteren Teil des 2. Körperabschnittes. Es soll dabei nicht entschieden werden, ob es sich hier um den Magen oder den Mitteldarm handelt. Von da ab bis gegen den Beginn des Geschlechtssegmentes ist der Darm völlig farblos. Sehr wahrscheinlich hängt dieser Umstand mit der Darmatmung des Tieres zusammen. Mikroskopische Querschnitte lassen erkennen, daß an dieser Stelle die Darmzellen besonders flach gebildet sind.

Im Gegensatz zu *Ergasilus minor* ist der Darm von *Ergasilus sieboldi* völlig farblos. Wie ich bereits erwähnte, ist der Sitz der Pigmentzellen bei *Ergasilus sieboldi* der Kopf und der Brustabschnitt dicht unter der Körperhülle, aber nur auf der Bauchseite des Tieres. Die Farbe der Pigmente ist blauviolett (Abb. 1).

Da den Hüpferlingen das Herz fehlt, wird der Transport des farblosen Blutes durch Bewegungen des Darmes vermittelt. Zu diesem Zweck findet ein rhythmisches Heben und Senken des Verdauungsapparates statt, das durch eine stark entwickelte Muskulatur verursacht wird. Damit verbunden ist auch die Darmatmung des Parasiten. Das Zusammenziehen des Darmes wird durch sog. Heber und Senker hervorgerufen. Es sind Muskeln, die an der Wand des Panzers festsitzen. Am Darmanfang sitzt ebenfalls ein starker Muskel, der in der Höhe des Auges an der Rückenwand befestigt ist und zum Zurückziehen dieses Darmteiles dient (Abb. 11). Die Muskulatur der Schwimmfüße ist sehr stark entwickelt, da die Parasiten bekanntlich bis zu ihrer Geschlechtsreife

frei im Wasser umherschwimmen. Ebenso sind die Muskeln der beiden Antennenpaare und der Mundgliedmaßen gut ausgebildet (Abb. 11 u. 13). Auch der Schwanzteil und die einzelnen Körpersegmente sind miteinander durch Muskelstränge verbunden.

Der After mündet zwischen dem 2. Schwanzabschnitt beim Weibchen und dem 3. Segment beim Männchen, das bekanntlich einen Schwanzabschnitt mehr besitzt, nach außen.

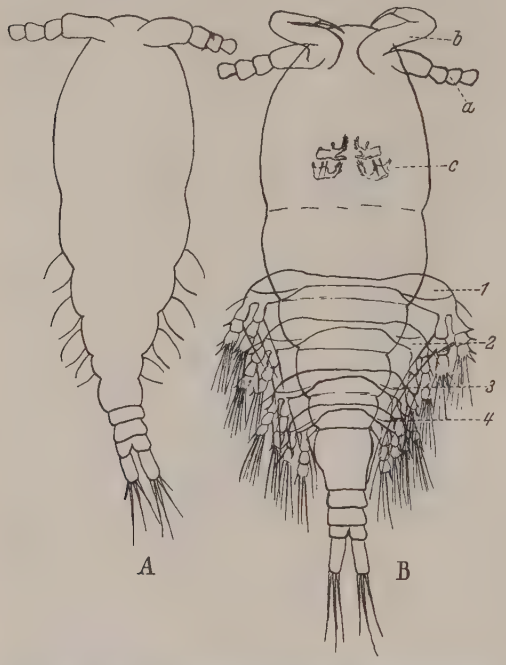


Abb. 12 A und B. Copepoditstadien des Weibchens. *a* Erste Antenne, *b* zweite Antenne, *c* Mundgliedmaßen, *1—4* Schwimmfußpaare. Vergr. 115.

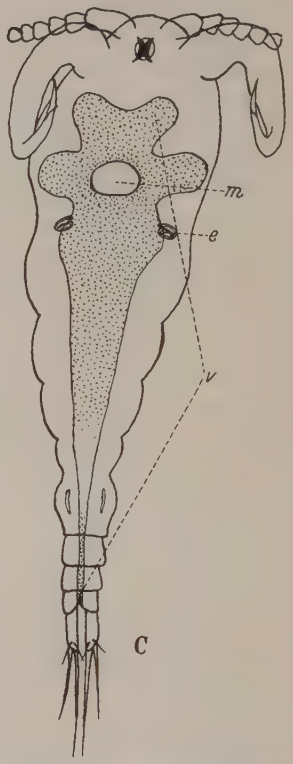


Abb. 12 C. Geschlechtsreifes Weibchen, kurz vor der Festheftung. *v* Verdauungsapparat, *m* Mundöffnung, *e* Exkretionsorgan. Vergr. 115.

Zur Ausscheidung überschüssiger und unbrauchbarer Flüssigkeit dient das paarige Exkretionsorgan. Es liegt seitlich dicht unter den Mundwerkzeugen und besteht aus einem ovalen Rohr, das an der einen Seite geöffnet, an der anderen Seite dagegen blind geschlossen und kugelförmig verdickt ist. Der Inhalt färbt sich bei mikroskopischen Schnitten stark mit Eosin. Am lebenden Tier ist es sehr schwer zu erkennen und dann nur bei völlig durchsichtigen (Abb. 12 und 14).

Das Zentralnervensystem ist sehr stark entwickelt und auf der Bauchseite gelegen. Es besteht aus einem Strang, der am Schlund am stärksten

ausgebildet ist und von diesem durchbrochen wird. In einem Ring führt es um den Oesophagus herum. Auf einem in der Mitte durchgeführten seitlichen Längsschnitt (Abb. 11 A—C) ist es als keulenförmiges, stark gekörntes Gebilde zu erkennen. Die Körnung ist in der Nähe des Schlundes am zahlreichsten. Man spricht von einem oberen und einem unteren Schlundnervenknoten, auch Schlundganglion genannt; beide laufen an einem Ende spitz aus. Jedem Körpersegment entspricht nach unten laufend ein Nervenknoten, von dem Seitenzweige nach den Gliedmaßen und anderen Körperteilen abgehen. Vom oberen Schlundganglion führt ein starker Strang nach dem Auge. Auch die oberen Gliedmaßen stehen mit dem Nervensystem in Verbindung. Die Kerne der Nervenzellen färben sich gut. Während man auf den mikroskopischen Schnitten von den Abzweigungen nicht viel erkennt, ist dagegen auf gefärbten Totalpräparaten die Verzweigung des Nervensystems an der Lage der Kerne deutlich zu erkennen. Das obere Schlundganglion reicht von dem Schlund bis etwa in die Höhe des Darmanfangs und führt dann weiter als schmaler Strang zum Auge und zu den 1. und 2. Antennen. Das untere Schlundganglion reicht bis zum Ende des 1. Körpersegmentes. Auch hier führt ein dünner Nervenstrang nach unten, der die unteren Gliedmaßen und auch das Rückenteil versorgt. Die Präparate machen den Eindruck, als ob im Verhältnis zum Weibchen das Nervensystem der Männchen etwas stärker entwickelt sei.

Abb. 13 A und B. Muskulatur A von der Bauchseite und B seitlich (Männchen) gesehen. Muskulatur *a* der Schwimmfüße, *b* der Mundgliedmaßen, *c* der zweiten Antennen, *d* der ersten Antennen, *e* Maxillarfuß des Männchens. Vergr. 125.

Das Auge ist in die vorderste Stirnregion gerückt und berührt fast den Bauchpanzer (Abb. 12). Es besteht aus 3 Halbkugeln, von denen 2 sichelförmige mit der gewölbten Seite zusammenstoßen, die 3. plankonvexe liegt mit der ebenen Seite den beiden anderen an. Alle 3 bestehen aus leuchtend blauem Pigment und sind von einer stark lichtbrechenden, gallertartigen Masse umgeben. Das Auge besitzt keine Muskeln, wie

sie die Wasserflöhe (Daphnien) haben, und ist daher unbeweglich. Wie bereits erwähnt, ist es mit dem Schlundnervensystem durch einen starken Strang verbunden.

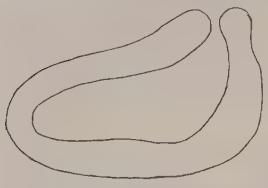


Abb. 14. Exkretionstube von *Ergasilus minor*. Vergr. 950.

Die Geschlechtsorgane der Weibchen bestehen aus dem Eierstock, einem Kittdrüsenpaar und einem einfachen Samenbehälter (Abbildung 15). An der Rückenseite des Darmes anliegend befindet sich der Eierstock (Ovar). Er ist bei noch freischwimmenden, lebenden Tieren nicht zu erkennen, da er klein und zum Teil vom Darm verdeckt ist. Bei längere Zeit festgesetzten Parasiten ist er aber derart stark entwickelt, daß alle anderen Organe stark zusammengepreßt werden. Besonders ist dies beim Verdauungsapparat der Fall. Die noch im Eierstock befindlichen Eier sind gelblichweiß. Die Schmarotzer heben sich in diesem Zustand besonders gut von den roten Kiemen ab. Vor der Entwicklung besteht das Ovar nur aus einem Paar blinder Säcke, die nach unten in einem Eileiter (Oviduct) nach den Geschlechtsöffnungen münden (Abb. 15). Ist es dagegen voll entwickelt, so ist der ganze Körper bis dicht an das Auge heran mit Eiern gefüllt, und der Parasit ist nach allen Seiten aufgetrieben. Man darf daher die Größe und Rundung solcher Tiere nicht als vergleichendes Merkmal betrachten, da beide natürlich mit dem Entwicklungszustand des Ovars wechseln (Abb. 11 C). Am Beginn der Entwicklung treibt der Eierstock 2 Ausstülpungen nach der Seite und 1 nach oben (Abb. 16 A—E). Ist er nun voll entwickelt, so füllt er den ganzen Körper aus, und man sieht eigentlich nur das weißliche Ovar. Auf der

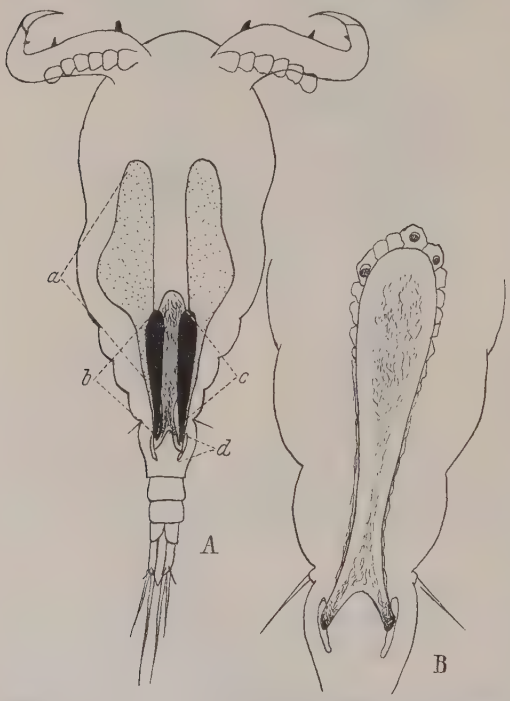


Abb. 15 A und B. A Geschlechtsapparat des Weibchens. *a* Ovar, *b* paarig entwickelte Kittdrüsen, *c* unpaares Receptaculum seminis, *d* Geschlechtsöffnung, in welche die einzelnen Organe ausmünden. Vergr. 115. B Receptaculum seminis mit der paarigen Ausmündung. Vergr. 290.

Bauchseite hebt sich dann bei *Ergasilus minor* besonders schön der blau gefärbte Darm ab. Ist die Entwicklung auf einem bestimmten Punkt angelangt, dann werden die reifen Eier abgestoßen. Sie gelangen durch den Eileiter zur Geschlechtsöffnung und von da nach außen. Dort hängen sie in 2 Trauben dem Tiere an (Abb. 1). Die Bildung der Eiersäckchen, oder besser gesagt Trauben, geschieht nicht in einem einzigen Prozeß, sondern nur allmählich entleeren sich die Eierstöcke. Man kann Eier finden, die am Ende der Traube liegen und bereits den Embryo erkennen lassen, während die im oberen Teil gelegenen Eier solche noch nicht

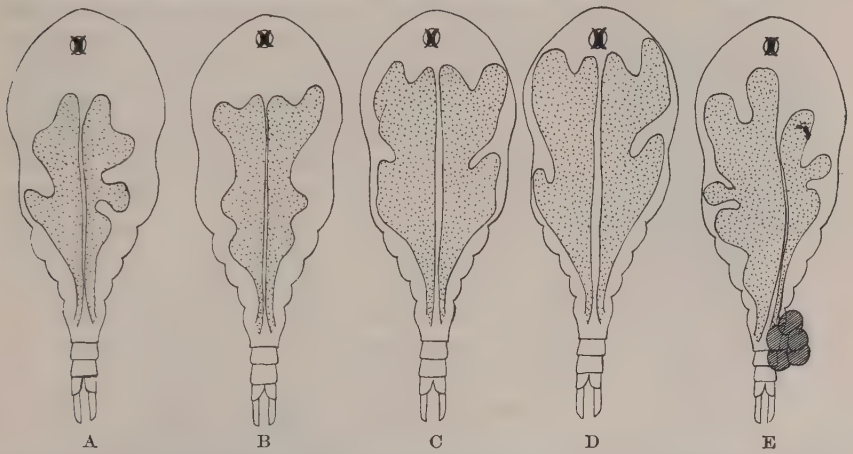


Abb. 16 A—E. Verschiedene Entwicklungsstadien des Ovars, D das Ovar hat sich bis dicht unter das Auge ausgedehnt, es ist prall mit reifen Eiern angefüllt, die bei E bereits auf der rechten Seite in einer Traube abgelegt wurden. Vergr. 85.

enthalten. Ebenso ist die Anzahl der darin enthaltenen Eier und auch die Lage derselben recht verschieden. Bei erst frisch festgesetzten Parasiten findet man Eiersäckchen, in denen die Eier nur hintereinander liegen. Es kommt auch vor, daß die Eier in Kugelform angeordnet sind. Die typische Form ist die ovale. Das Eiersäckchen besitzt dann meist am Anfang und Ende je 1 Ei, dazwischen sind die Eier zu 2 oder 3 angeordnet. Die Durchschnittsstückzahl beträgt etwa 18 Stück. Selten ist zu beobachten, daß sich nur auf einer Seite ein Eiersäckchen gebildet hat (Abb. 16 E). Das betreffende Ovar ist geleert und enthält nur noch kleine unentwickelte Eier, dagegen ist der andere Eierstock noch völlig mit großen Eiern gefüllt. Bei frisch entleertem Ovar kann man beobachten, daß an der Stelle, an welcher die Eier gelegen haben, noch Nährmaterial angehäuft ist (Abb. 17). Erst allmählich verschwinden auch diese Reste.

Bei der Befestigung der Eier treten die Kittdrüsen in Funktion. Es sind 2 ovale Schläuche, die im Zusammenhang mit dem Ovar stehen (Abb. 15). Sie münden in den Eileiter kurz vor dessen Austritt in die Geschlechtsöffnung. Ihre Entwicklung hängt eng mit der der Eierstöcke

zusammen. Die Kittdrüsen scheiden ein Sekret aus, das bei der Bildung der Eiertrauben eine wichtige Rolle spielt. Beim Austritt der Eier in den Eileiter dehnt sich dieser aus und übt wohl einen Druck auf die davorliegenden paarigen Kittdrüsen aus. Dadurch wird eine gewisse Menge Kittsubstanz herausgepreßt. Ebenso mögen wohl die krampfartigen Bewegungen beim Ausstoßen der Eier aus dem Ovar und dem Eileiter die Kittdrüse in Tätigkeit setzen. Die Kittmasse gelangt durch den unteren Abschnitt des Eileiters in die auf der Rückseite gelegenen Geschlechtsöffnungen und tritt ins Freie. Bei der Berührung mit Wasser erstarrt sie und bildet so einen festen Schutz für die Eier. Die Angaben früherer Autoren, daß vorher ein richtiges Säckchen gebildet wird, in das die Eier hineingleiten, habe ich nie bestätigt gefunden, vielmehr konnte ich feststellen, daß ein Ei mit dem anderen an einer Stelle direkt verkittet war. Im Augenblick der Eiablage wurde der Parasit allerdings nicht beobachtet. Die Kittdrüsen reichen etwa vom oberen Rand des 2. Körperabschnittes bis zum Anfang des Geschlechtssegmentes. Dort münden sie in den Eileiter, kurz vor dessen Austritt aus der Geschlechtsöffnung. Auf mikroskopischen Schnitten färbt sich der Inhalt intensiv mit Eosin. Bei lebenden Tieren sind die Kittdrüsen sehr selten und dann nur schwach zu erkennen, bei in schwachem Formol getöteten Parasiten sind sie besser zu beobachten. Wie bereits oben erwähnt, hängt ihre Entwicklung mit der des Ovars eng zusammen, daher sind sie an den Tieren mit prallem Eierstock am besten zu erkennen. Die Form ist oval, das untere Ende ist ausgezogen und mündet über einem kurzen Gang in den Eileiter.

Abb. 17. *a* Frisch entleertes Ovar mit übriggebliebenem Nährmaterial. *b* Ovar mit kleinen Eiern, *c* Geschlechtsöffnung. Vergr. 125.

Das 3. Organ des Geschlechtsapparates der Weibchen ist die Samentasche (Receptaculum seminis) (Abb .15 B). Sie ist unpaar vorhanden und liegt zwischen Darm und Rückenpanzer. Ihre Länge ist größer als die der Kittdrüse. Während letztere als paariges Organ nur je 1 Ausführungsgang besitzt, sind bei dem Samenbehälter 2 Ausmündungen vorhanden, je ein Gang mündet in eine Geschlechtsöffnung. Die um die Tasche herumliegenden Zellen scheiden ein Sekret aus, in dem die Samen liegen. Das Receptaculum seminis ist am lebenden Tier nicht zu erkennen, da es farblos ist und hinter dem Darm liegt. Bei abgetöteten und aufgehellten Parasiten lassen sich die Samenbehälter besser beobachten.

Die engen Zwischenräume zwischen den einzelnen Organen sind mit verbindendem Gewebe ausgefüllt. Das Vorhandensein eines Receptaculum seminis deutet darauf hin, daß keine mehrmalige Vereinigung der Geschlechter stattfindet, im Gegenteil, es ist nur eine einzige Paarung nötig, um die Samentasche zu füllen. Der Samen reicht für die ganze Lebenszeit der Weibchen aus. Die Aufnahme der Samen ist nicht direkt, sie wird durch die Spermatophore (Samenkapseln) der Männchen vermittelt. Zu diesem Zweck sucht das Männchen das noch freischwimmende Weibchen auf und heftet diesem ein Paar Samenkapseln an die Geschlechtsöffnung. Die Samen wandern in die Samentasche (Receptaculum) hinein, während die Kapseln außen hängen bleiben und nach kürzester Zeit abfallen. Dies erklärt die seltene Beobachtung. Nur gelegentlich findet man Weibchen, denen noch die Spermatophore am Geschlechtssegment anhängen (Abb. 18). Die Befruchtung der Eier findet kurz vor deren Austritt aus den Geschlechtsöffnungen statt. Die gleichen Verhältnisse sind bei *Ergasilus sieboldi*.

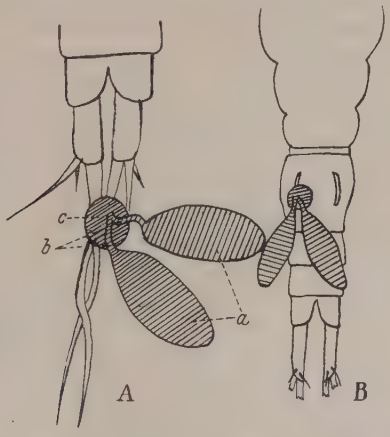


Abb. 18 A und B. A An die Schwanzborsten angeheftete Spermatophore. Bei B normaler Befestigungsort an der Geschlechtsöffnung des Weibchens. *a* Samenkapseln (Spermatophoren), *b* Zuführungsgänge, *c* saugnapfähnliches Gebilde mit Ausmündung. Vergr. A 215, B 145.

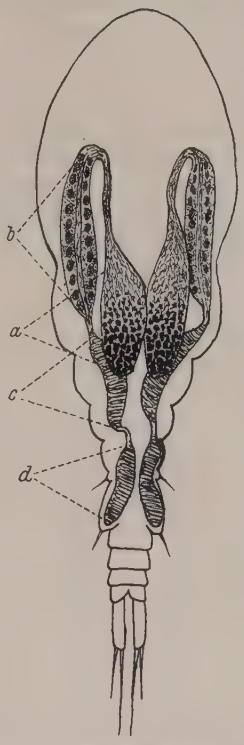


Abb. 19. Geschlechtsapparat des Männchens. *a* Hoden, *b* sekretbildender Abschnitt, *c* Bildungsstätte des Samenpaketes, *d* Bildungsstätte der Spermatophore. Vergr. 130.

Während die Weibchen verhältnismäßig zeitig in ihrer Organisation erkannt wurden, war es bei den Männchen bis jetzt nicht der Fall. Obwohl Steuer (10) bereits 1898 freischwimmende Männchen von *Ergasilus sieboldi* gefangen hatte, waren sie nie in ihrem Bau beschrieben worden,

nur bei Wilson finden sich Angaben über die äußere Form einiger amerikanischer Ergasiliden.

Im allgemeinen sind die Fortpflanzungsorgane der männlichen Hüpferlinge unpaar entwickelt. Die Parasiten haben sich in dieser Hinsicht verändert. Die Geschlechtsorgane der *Ergasilus*-Männchen sind paarig vorhanden und rückwärts gelegen (Abb. 19). Man kann das ganze Organ am besten mit 2 langen Schläuchen vergleichen, die aus einem stärker aufgetriebenen Teil und 3 schwächeren Teilen bestehen. Jeder dieser Teile ist durch einen engen Gang mit dem anderen verbunden. Die verdickten Anfangsteile bilden den paarigen Hoden. Sowohl auf Querschnitten als auch auf Totalpräparaten sind die Zonen der Entwicklung (Spermatogenese) deutlich zu beobachten. Am blindgeschlossenen Anfang der Hoden erkennt man dunkle, sich mit Hämatoxilin stark färbende Zellen. Es sind die Urkeimzellen (Spermatogonien). Aus ihnen entwickeln sich durch Teilung die Samenmutterzellen (Spermatocyten). Nach oben gehend teilen sich auch diese allmählich auf, und es erscheinen zwischendurch Spermien. Am offenen Teil des Hodens sammeln sie sich und streben aufwärts dem Gang zu, der nach einer Windung wieder nach unten führt. Es folgt nun ein sekretbildender Abschnitt, der große Drüsenzellen enthält. Er wird von einem schmalen Gang durchzogen. Durch ihn ziehen die Spermien und wandern in den mit Sekret angefüllten nächsten Abschnitt. Man kann ihn wohl als den Teil bezeichnen, der das Samenpaket für die Kapsel vorbildet; denn hier nehmen die Spermien die typische Stellung ein. Sie sammeln sich um eine in der Schlauchmitte gelegene Sekretmasse spiralförmig in großen Mengen an. Die Fortsetzung des schlauchförmigen Teiles führt zur Bildungsstätte der Spermatophore. Sie reicht vom Beginn des vorletzten Abschnittes bis in das Geschlechtssegment hinein. In diesem Teil wird offenbar die Spermatophorenhülle gebildet.

Die Spermatophore besteht, an das Weibchen angeheftet, aus einem zentralen, saugnapfähnlichen Gebilde, an dem die 2 Samenkapseln an Stielen anhängen. Letztere sind die Ausführungsgänge der Spermatophore (Abb. 18). Die Festheftung geschieht nur bei den freischwimmenden Weibchen. Da die Männchen nicht schmarotzen, muß die Befruchtung der Weibchen noch vor deren Festsetzen auf dem Wirtstier erfolgen. Der Samen wird also in besonderen Behältern aufgehoben. Normalerweise wird die Spermatophore an das Geschlechtssegment angeheftet (Abb. 18 B), aber auch an anderer Stelle wird eine Anheftung beobachtet. Wie die Abbildung zeigt, wurde die Spermatophore an der Schwanzborste verankert (Abb. 18 A). In diesem Falle ist eine Aufnahme der Spermien wohl nicht möglich.

4. Entwicklungsgeschichte.

Die durch den Parasitismus hervorgerufenen morphologischen Veränderungen sind in einigen Fällen so groß, daß man nur auf Grund der

Entwicklungsgeschichte imstande war, die Parasiten als solche und ihre Zugehörigkeit zu einer bestimmten Art zu erkennen. Die Ergasiliden haben sich jedoch, wie schon erwähnt, in der Form nicht sehr verändert. Dagegen ist eine Sonderung im Leben der Geschlechter eingetreten. Während nämlich die Männchen Zeit ihres Lebens freischwimmend bleiben, gehen die ausgewachsenen Weibchen zum Schmarotzen über und heften sich dann an den Kiemen bestimmter Fische fest. Die Entwicklung der weiblichen Geschlechtsorgane ist nun durch den Parasitismus bedingt.

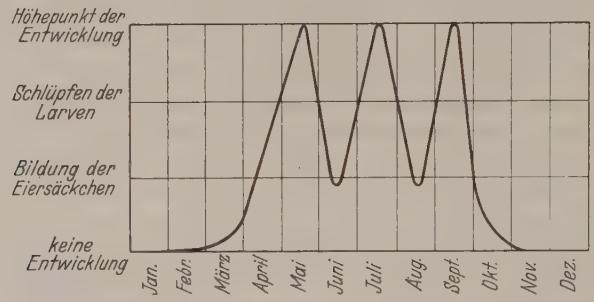
Die Fortpflanzung selbst geschieht durch Eier. Bei den Ergasiliden tragen die Weibchen ihre Fortpflanzungsprodukte in zwei großen Trauben am Hinterkörper mit sich herum, nachdem die Eier vor dem Austreten aus den Geschlechtsöffnungen befruchtet wurden. Wie gesagt, treten die Eier nicht unmittelbar nacheinander aus. Bevor eine Traube gebildet ist, können viele Stunden, oft Tage vergehen. Daher kann man Eier innerhalb eines Eiersäckchens sehen, die verschieden weit entwickelt sind. Während die unteren bereits Embryonen enthalten, können die oberen noch weit in der Entwicklung zurück sein.

Die Zahl der Eier in einer Traube beträgt bei *Ergasilus minor* 18 Stück und bei *Ergasilus sieboldi* über 110 Stück. Es handelt sich hier um errechnete Durchschnittswerte. Von 100 Parasiten wurden die Eier gezählt und der Durchschnitt berechnet. Die Maximalzahl betrug etwa 150 und die Minimalzahl etwa 80 Eier bei *Ergasilus sieboldi*. Dagegen war die Höchstzahl bei *Ergasilus minor* mit 22 und die Mindestzahl etwa mit 15 Eiern festgestellt worden. Bei Eiersäckchen tragenden Parasiten konnte beobachtet werden, daß die Ovarien oft bereits wieder gefüllt waren.

Die Entwicklungsdauer vom Ei bis zum geschlechtsreifen Tier ist ohne Zweifel von den Temperaturen des Wassers abhängig, und zwar sind die Unterschiede recht beträchtlich. Während ich im April bei einer Temperatur von etwa 10—12° eine Entwicklungsdauer von 5—6 Wochen festgestellt habe, betrug diese Ende Juni nur etwa 12 Tage. Allerdings war während dieser Zeit eine Hitzeperiode eingetreten; das Wasser war 25—30° warm. Man erkennt, daß die hohe Temperatur die Entwicklungszeit außerordentlich verkürzt hat. Nach meinen Beobachtungen kann ich sagen, daß die Entwicklung der Ergasiliden periodenweise auftritt. Nachfolgende Kurve zeigt die Entwicklung im Laufe eines Jahres (Kurve A). Die Hauptvermehrung findet in den Sommermonaten statt. Im Herbst nimmt die Entwicklung ab, während sie im Winter völlig ruht.

Die Entwicklungsdauer vom Beginn der Festheftung des Parasiten auf dem Wirt bis zur Ausbildung von Eiersäckchen beträgt bei hoher Temperatur nur 6 Tage. Es kann also günstigstenfalls innerhalb von

3 Wochen ein Weibchen 2 Larvengenerationen erzeugen. Die Entwicklungsperioden verlaufen folgendermaßen: Die Bildung von Eiersäckchen setzt allmählich ein, und schließlich tragen alle Weibchen diese. Ebenso sind freischwimmende Stadien erst vereinzelt zu fangen. In der Höhe der Entwicklung sind sie zahlreich anzutreffen, und gegen Schluß nehmen sie wieder in der Zahl ab. Es tritt jetzt eine Ruhezeit ein, in der sich nur die Eiersäckchen wieder bilden. Schließlich schlüpfen auch da wieder die Larven. Am Ende der Periode sind nur noch zahlreiche Männchen vorhanden. Später sterben auch sie ab. Ihr Leben scheint also nur von kurzer Dauer, etwa 1—2 Wochen nach ihrer Fertigentwicklung zu sein. Die 2. Entwicklungsperiode erleben sie nicht mehr.



Kurve A. Jahreszeitliche Schwankungen im Auftreten von *Ergasilus minor*.

1 Woche nach ihrem Massenauftreten werden keine Männchen mehr gefangen, dagegen werden die parasitierenden Weibchen ungefähr 1 Jahr alt. Und zwar sterben die sich im Laufe des Sommers festsetzenden Weibchen erst im nächsten Jahr ab, nachdem sie bereits wieder für Nachkommen gesorgt haben. Je nach den Witterungsverhältnissen können innerhalb eines Sommers 2—3 Perioden auftreten, in denen eine Massenentwicklung stattfindet. Bei Eintritt der kalten Jahreszeit hört die Bildung von Eiersäckchen ganz auf. Die Eierstöcke der Ergasiliden sind dann klein, und die Tiere wieder durchsichtiger. Mit Beginn der warmen Witterung setzt auch die Entwicklung des Ovars ein. Bei den im Herbst festgehefteten Weibchen beginnt die Entwicklung des Ovars erst im Frühjahr. Der Größenzuwachs der Eier geschieht nur innerhalb des Muttertieres.

Das Ei in der Traube besitzt 2 eng aneinanderliegende Hüllen. Die innere enthält eine Flüssigkeit, in der der Embryo liegt und dadurch gegen Stöße geschützt ist. Die Farbe der Eier ist weißlich. Erst bei weiterer Entwicklung tritt die charakteristische blaue Pigmentierung auf. Die Entwicklungsdauer ist von der Temperatur stark abhängig. Im günstigsten Falle konnte ich bis zum Schlüpfen der Larven 5 Tage feststellen. Auch bei Trauben, die vom Muttertier abgelöst sind, läuft die Entwicklung durchaus normal weiter, selten tritt Verpilzung ein. Das

Schlüpfen der Larven bereitet bei der Zucht keine Schwierigkeiten. Diese treten erst mit der Entwicklung der Nauplien auf. Es war bisher nie geglückt, ältere Jugendstadien als die *Nauplius*-Larve zu züchten. Im Aquarium gelang es auch mir nicht. Später habe ich sämtliche Stadien in Mengen gefangen, da mir ein kleiner Versuchsteich mit möglichst natürlichen Bedingungen zur Verfügung stand. Er war oval in der Form und hatte etwa $3^1/_2$ m im kleinen und $4^1/_2$ m im großen Durchmesser. Ein Drittel war mit Kalmus bepflanzt. Die Tiefe betrug $^1/_2$ m. In einem $1{,}60 \times 4$ m langen und 1,30 m tiefen Becken gelang es, auch *Ergasilus sieboldi* zu züchten. — Zum Fangen der Parasiten benützte ich ein Planktonnetz. Wenn eiertragende Tiere zur Verfügung standen, wurden nach Absterben des Muttertieres die Eiersäckchen bis zum Ausschlüpfen der Larven in kleinen Schalen von etwa 5 cm Durchmesser aufbewahrt.

Das Schlüpfen der Larven selbst geschieht durch Sprengen der Eihüllen. Der noch im Ei befindliche Embryo führt zeitweise starke Bewegungen aus. Nach solchem längeren Bemühen zerspringt die innere Hülle, nachdem bereits die äußere sich stark aufgelöst hat. Oft fallen die noch in den Hüllen befindlichen Embryonen vor dem Schlüpfen aus der umgebenden äußeren Schale. Die Larven sind außerordentlich klein, bei *Ergasilus sieboldi* sind sie nur ein geringes Maß größer als bei *Ergasilus minor*. Die Eiersäckchen von *Ergasilus sieboldi*, die nur etwa doppelt so lang sind wie die von *Ergasilus minor*, enthalten aber ungefähr $5^1/_2$mal soviel Eier wie diese, daher sind die Larven nur wenig größer.

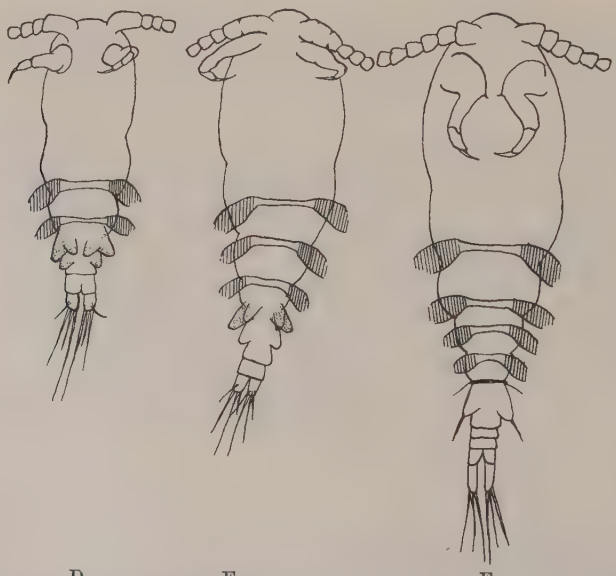
Nach einer kurzen Ruhepause schwimmen die Larven nach dem Licht. Sie sind im Gegensatz zum erwachsenen festgesetzten Parasiten positiv phototaktisch. Ihrer Gestalt nach sind sie typische *Nauplius*-Larven (Abb. 20 *a*). Sie sind eiförmig und zeigen im Profil die stark vortretende Oberlippe. Eins ist aber sofort auffallend an den *Nauplius*-Larven: die blaue Färbung. Sie ist zuerst wohl an Fetttropfen im Körper gebunden. Man findet bei jüngsten Stadien dicht unter der Mundöffnung leuchtendblaue, runde Fetttropfengebilde, erst allmählich geht die Farbe in die Darmwand über. Die ältesten *Nauplius*-Larven besitzen bereits diese Färbung (Abb. 21).

Das Auge ist unpaar entwickelt und liegt dicht unter dem oberen Panzer der Bauchseite. Von der Rückenseite her gesehen sind 2 Paar Gliedmaßen vorhanden. Es sind die 1. und 2. Antennenpaare. Das 1. Paar ist 2gliedrig. Bei erst frisch geschlüpften Larven sitzen 2 Borsten an der Spitze. Die eine ist etwa doppelt so lang wie die andere. Am oberen Ende des 1. Gliedes befindet sich eine 3. Borste. Das 2. Antennenpaar ist in 2 Äste, den Außen- und Innenast, gespalten. Jede Spalthälfte ist mit mehreren Borsten besetzt. Der Innenast ist nach oben ausgezogen und endet in einem Haken (Abb. 20 *b*), der etwa bis zur Körperachse reicht. Während dieses Paar meist waagerecht gehalten wird,

stehen die 1. Antennen senkrecht. Sehr selten kann man von der Rückseite der Larven ein 3. Paar Gliedmaßen beobachten: die Mandibeln

A B C

Abb. 20A—C. Larvenstadien von *Ergasilus minor*. A Vorder- und Seitenansicht der frischgeschlüpften Larve, B Vorderansicht des ersten Meta-*Nauplius*, C Seitenansicht des zweiten Meta-*Nauplius*. Vergr. 115.



D E F

Abb. 20D—F. D Erstes Copepoditstadium mit zwei gut entwickelten Schwimmfußpaaren, E zweites Copepoditstadium mit drei Paar entwickelten Schwimmfüßen. Die Anlagen für das vierte Paar und das Geschlechtssegment sind gut zu erkennen. F Drittes Copepoditstadium. Alle Beinpaare sind voll entwickelt, am Geschlechtssegment erkennt man, daß es sich um ein Männchen handelt. Vergr. 115.

(Abb. 21 *A* und 21 *B*). Meist sind sie nur von der Bauchseite zu sehen, auch dann nur schwer, da sie sehr durchsichtig und klein sind. Die

Mandibel ist aus 3 Teilen zusammengesetzt, die einem Basalglied aufsitzen. Der eine Teil ist 3gliedrig. Jedes Glied trägt 1 Borste. Dieser 1. Teil ist seitwärts nach außen gerichtet. Der 2. Teil ist 2gliedrig. Am unteren Glied sitzt 1 Borste, dagegen trägt das obere 3 Borsten. Außerdem befindet sich an der Spitze ein kolbenförmiges Gebilde. Die Lage ist meist waagerecht und das Glied steht nach innen. Der 3. Teil

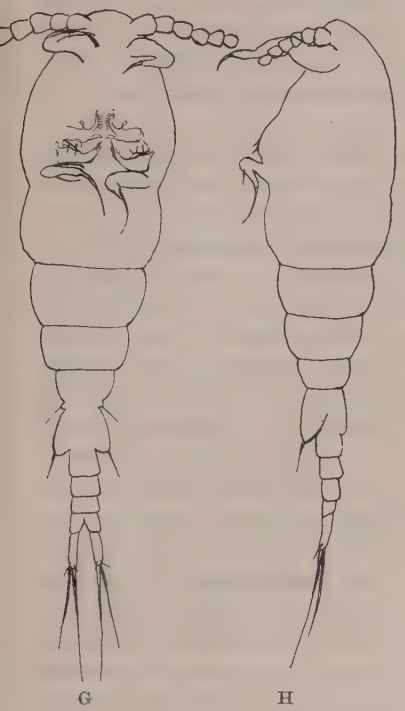


Abb. 20 G und H. G Viertes Copepoditstadium. Das Männchen ist jetzt ausgewachsen. H Seitenansicht eines Männchens mit hervortretenden Maxillarfüßen. Vergr. 115.

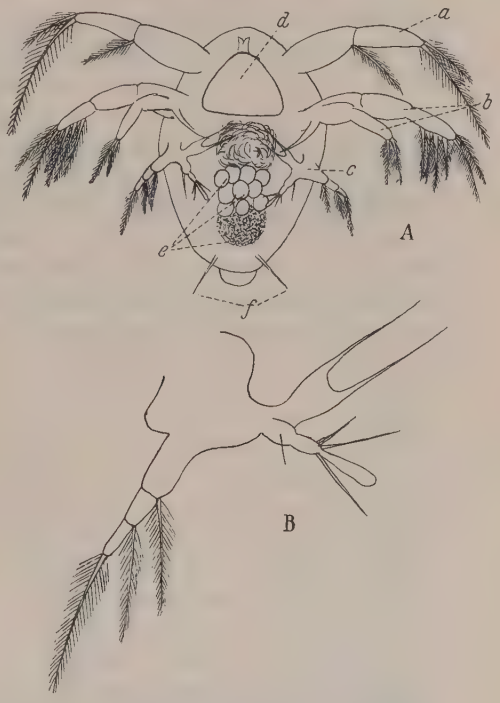


Abb. 21A und B. A *Nauplius*larve von *Ergasilus minor*. *a* Erste Antenne, *b* zweiästige zweite Antenne, *c* Mandibel, *d* Oberlippe, *e* leuchtendblaue Fetttropfen, *f* Schwanzborsten. Vergr. 300. B Mandibel der Larve. Vergr. 1280.

besteht aus einem gabelartigen Stück. Die beiden Enden sind lang ausgezogen und meist senkrecht gestellt (Abb. 21). Am unteren Ende des Körpers sitzen 2 Schwanzborsten, die wohl als Gleichgewichtsorgane dienen. Zwischen diesen befindet sich ein knopfartiges, halbkugeliges Gebilde. Mit zunehmendem Alter der Larven vermehren sich die Schwanzborsten, bis 4 Paar voll entwickelt sind.

1—2 Tage nach dem Schlüpfen findet die 1. Häutung statt. Die Zeitdauer zwischen 2 Häutungen, wie überhaupt die ganze Entwicklung des Parasiten, ist von der Temperatur abhängig. Die *Nauplius*-Larve tritt nach der 1. Häutung in das 1. Meta-*Nauplius*-Stadium ein (Abb. 20 *b*)

Die Größe hat fast um das Doppelte zugenommen. Sonst besitzt diese Larve noch viel Ähnlichkeit mit der frischgeschlüpften. Die Körpersegmentierung tritt nun allmählich in Erscheinung. Das Auge liegt wieder weit oben und genau auf der Mittelachse. Die 2 Paar Schwanzborsten sind bereits deutlich zu sehen.

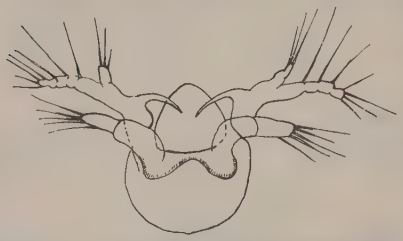


Abb. 22. Von der Häutung übriggebliebener Panzer von oben gesehen. Die Strichelung bedeutet, daß an dieser Stelle der Panzer bei der Häutung platzt. Vergr. 140.

Schließlich tritt die Larve nach fortschreitendem Wachstum und erfolgter 2. Häutung in das 2. Meta-*Nauplius*-Stadium über (Abb. 20 *c*). Die Segmentierung ist noch nicht vollständig erfolgt. Sie ist auf der Bauch- und Rückenseite erkennbar. Die Größe hat wieder zugenommen. Es haben sich jetzt unter den Mandibeln 1 Paar Borsten gebildet, die auf einem Glied sitzen und stark seitlich verschoben sind. Offenbar handelt es sich hier um die Anlagen der Maxillarfüße. Die Borsten der ersten 2 Paar Schwimmfüße brechen bereits durch. Ebenso werden Anlagen für das 3. Paar und den Schwanzteil gebildet (Abb. 23).

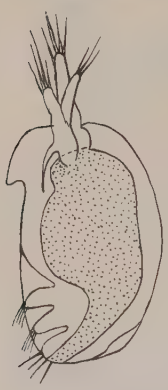


Abb. 23.

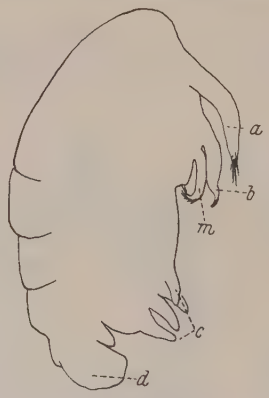


Abb. 24.

Abb. 23. Zweites Meta-*Nauplius*stadium. Die Anlagen der Schwimmfüße und des Schwanzteiles sind deutlich zu erkennen. Darm punktiert. Vergr. 140.

Abb. 24. Von der Hülle befreites, zweites Meta-*Nauplius*stadium. Die Anlagen des ersten Copeditstadiums sind bereits deutlich zu erkennen. *a* Erste Antennen, *b* zweite Antenne, *c* Schwimmfüße, *d* Schwanzteil, *m* Mundgliedmassen. Vergr. 195.

Die Zeichnungen Wilsons von den Mundgliedmaßen des Meta-*Nauplius* habe ich für *Ergasilus minor* nicht bestätigt gefunden, dagegen stimmen sie mit denen freischwimmender Copepoden überein. Später sind auch Körperabschnitte und die Anlagen der Schwimmfüße zu erkennen. Bei günstiger Lage, kurz vor der Häutung und dem Übertritt zum 1. Copepoditstadium erkennt man bereits die späteren Mundgliedmaßen, die Füße und auch den Schwanzteil (Abb. 24). Alles liegt stark zusammengepreßt in der Larvenhülle. Eine Teilung des Körpers ist nur angedeutet, bei älteren Larven ist sie ausgeprägter. Der Körper selbst ist undurchsichtig. Die Anlagen für das kommende Entwicklungsstadium sind bei einem *Nauplius* und auch einem jüngeren Copepoditstadium bereits vorgebildet. Sie sind infolge des Zusammengedrängtseins

meist nicht zu erkennen. Durch einen auf das Deckglas hervorgerufenen Druck kann man sie manchmal beobachten. Sobald die Häutung erfolgt ist, beginnt die Streckung der Gliedmaßen.

Man kann deutlich 3 verschiedene *Nauplius*-Stadien erkennen. Ein auffallender Unterschied in den Gliedmaßen ist nicht zu sehen. Nur die Borstenentwicklung und die Bildung der Körperabschnitte schreiten weiter fort.

Die nun folgenden weiteren Entwicklungsstadien bis zum geschlechtsreifen Tier sind bisher nie beschrieben worden. Auch Wilson (11) erwähnt in seiner Arbeit über amerikanische Ergasiliden, daß er die folgenden Copepoditstadien nicht fangen und züchten konnte. — Beim Übertritt in das 1. Copepoditstadium (Abb. 20 *d*) ist nun ein wesentlicher Unterschied zu beobachten. Die Gliedmaßen sind bereits entwickelt. Die 1. Antenne ist allerdings nur 4gliedrig. Ebenso sind die Klammerwerkzeuge noch nicht ausgewachsen. Die Mundgliedmaßen haben bereits die fertige Form. Der untere Körperabschnitt ist dagegen in der Entwicklung weit zurück. Von den Schwimmfüßen sind nur 2 Paar entwickelt, auch diese bei frischgeschlüpften Tieren noch recht klein. Die Borsten sind am Anfang kurz. Das 3. Schwimmfußpaar besteht erst aus 2 kleinen Höckern, die dem Außen- und Innenast der Beine entsprechen. Der äußere Höcker ist stärker entwickelt als der innere. Das 4. Beinpaar ist nur durch einen Hügel angedeutet. Vom Geschlechtssegment ist noch nichts zu erkennen. Ebenso sind die folgenden Segemente zum Teil unentwickelt. Das Größenverhältnis der 4 Schwanzborsten ist noch nicht stark ausgeprägt, doch sind alle 4 Borsten deutlich zu erkennen.

Das 2. Copepoditstadium (Abb. 20 *e*) ist bereits weiter entwickelt. Sämtliche Gliedmaßen haben an Größe zugenommen. Die Fühler sind allerdings noch 4gliedrig, die übrigen Glieder sind schwach angedeutet. Das 3. Schwimmfußpaar ist bereits entwickelt, dagegen ist das folgende letzte Paar nur in den Anlagen gewachsen. Das Geschlechtssegment bildet sich allmählich heraus (Abb. 12 *A* und 20 *e*). Die 4 Schwanzborsten sind noch klar zu sehen.

Nach jeder Häutung setzt immer eine sprunghafte Entwicklung ein. Das folgende 3. Copepoditstadium zeigt bereits alle Gliedmaßen des fertigen Tieres (Abb. 20 *f* und 12 *B*). Die Streckung des ganzen Tierkörpers erfolgt erst später. Auch der ausgeprägte Größenunterschied der Abdominalborsten tritt erst zum Schluß der Entwicklung deutlich hervor.

Das 4. Copepoditstadium zeigt nun das Tier in seiner vollen Entwicklung. Die Männchen sind ausgewachsen nur etwa $^4/_5$mal so groß wie die Weibchen (Abb. 20 *g* und 12 *C*). — Es finden also 6 Häutungen statt, und zwar 3 Häutungen im *Nauplius*-Stadium und 3 im Copepoditstadium.

Allmählich sind die Samenkapseln der Männchen herangereift. Die Parasiten sind fortpflanzungsfähig geworden, und das Männchen sucht

jetzt das Weibchen zur Begattung auf. Die Vereinigung vollzieht sich im freien Wasser, in dem die Parasiten außerordentlich schnell umherschwimmen. Die Bewegungen sind ebenso geschickt wie die der ständig freilebenden Hüpferlinge. Die Spermatophoren werden dem geschlechtsreifen Weibchen an die Geschlechtsöffnung geheftet. Nach erfolgter Befestigung und Einwanderung der Samen in die Samentasche der Weibchen suchen diese ihren Wirt auf.

II. Biologie und Physiologie.

Auch die Biologie der schmarotzenden Copepoden hat durch den Parasitismus auffallende Abänderungen erfahren. Während bei den ständig freischwimmenden Hüpferlingen beide Geschlechter zusammen im offenen Wasser leben, bildet sich bei den Ergasiliden nur das Weibchen zum Parasit um. — Nach der noch im freien Wasser erfolgten Befruchtung sterben die *Ergasilus*-Männchen allmählich ab. Dagegen treten die Weibchen in ihr neues parasitäres Lebensstadium ein. Sie unterscheiden sich in diesem Zustand wesentlich von den ständig frei schwimmenden Formen, da ihre Fortpflanzung erst durch das Schmarotzen bedingt ist. Gelingt es ihnen nämlich nicht, sich auf einen Wirt festzusetzen, dann ist eine Entwicklung des Ovars und damit eine Fortpflanzung unmöglich.

1. Festheftung.

Zur Festheftung ist ihre 2. Antenne in ein Klammerorgan umgewandelt, das bei den jungen Larven noch nicht vorhanden ist. Im Gegensatz zu den in Kürze sich festsetzenden Weibchen ist die Lage der Klammerhaken der noch jungen Tiere nach unten gerichtet, und die Befestigungsorgane sind flach an den Körper gedrückt. Setzt man diese jungen Weibchen nun in ein Becken mit Schleien, so wird man selbst nach längerer Zeit keine festgesetzt finden, dagegen ist es bei vollentwickelten Schmarotzern sofort der Fall. Es besteht ohne Zweifel ein Zusammenhang zwischen der Befruchtung und dem Festsetzen nun geschlechtsreifer weiblicher Parasiten. Selbst bei noch freischwimmenden Weibchen kann man sofort feststellen, ob sie kurz vor der Festheftung stehen oder nicht, und zwar nehmen dann die Klammerhaken bei befruchteten Weibchen die charakteristische Stellung ein. Sie stehen senkrecht vom Körper ab und warten nur noch auf die Gelegenheit, sich anzuheften (Abb. 12 *C*). Nachdem alle Weibchen einen Wirt gefunden haben, findet man am Ende einer Fortpflanzungsperiode nur freischwimmende Männchen oder höchstens einige junge Stadien. Schließlich hören auch diese auf.

Mit der Festheftung der vollentwickelten Weibchen beginnt für diese ein neuer Lebensabschnitt: der Parasitismus.

Die Art, wie der Parasit auf die Kiemen gelangt, ist unbekannt. Ob er seinen Wirt aktiv aufsucht oder ob er mit der Nahrungsaufnahme

an die Kiemenfilter kommt und sich dann vielleicht weiterbewegt, ist wohl kaum nachzuweisen. Als sicher ist anzunehmen, daß er mit dem Atemwasser auf die Kiemenblättchen gelangen kann. Der kleine Parasit *(Ergasilus minor)* heftet sich zwischen den Kiemenblättchen am Grunde fest (Abb. 25 *A*), im Gegensatz zum großen *Ergasilus sieboldi,* der nur *auf* den Kiemenblättchen vorkommt (Abb. 25 *B*). Es wird stets der innere Kiemenbogen von *Ergasilus minor* bevorzugt, doch ist er auch auf den anderen anzutreffen. Am Beginn der Festheftung findet man die Ergasiliden auf den ganzen Kiemenblättchen verstreut vor. Erst nach einigen Tagen haben sie sich am Grunde zwischen den Kiemenblättchen festgesetzt. Die dunkelsten Kiemenstellen werden bevorzugt. Die Parasiten sind nun im Gegensatz zu den freischwimmenden Stadien negativ phototaktisch.

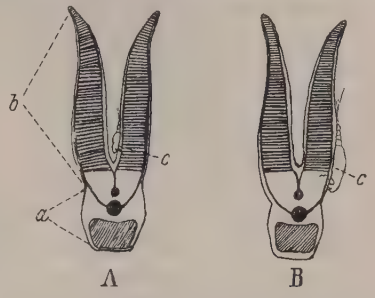


Abb 25 A und B. Schematischer Querschnitt eines Kiemenbogens mit dem Befestigungsort von, A *Ergasilus minor*, B *Ergasilus sieboldi*. *a* Basis des Kiemenbogens, *b* Kiemenblättchen *c* Parasit. Vergr. 9.

Die Klammerhaken (2. Antennen) werden im weichen Kiemengewebe fest verankert. Die Parasiten können dann von einem abgelösten Kiemenbogen mit den Blutgefäßen, welche die ganze Kieme durchziehen, heraus gezogen werden. Das Herausziehen der Blutgefäße aus den Kiemen kann nur bei abgetrennten Kiemenbogen erfolgen. Zu diesem Zweck hält man mit einer Pinzette die Kieme selbst fest und sticht mit einer Nadel an der Basis der Kiemenblättchen in den Bogen hinein. Da durch den Kiemenbogen 2 starke Blutgefäße gehen, ist es nötig, daß nur das obere Gefäß (Vene), an dem die Ergasiliden sitzen, herausgezogen wird. Dabei werden auch meist die Seitengefäße der Kiemenblättchen mit entfernt. Auf diese Art bekommt man die bereits festsitzenden Parasiten lebend, ohne sie zu verletzen oder zu töten.

Die Orientierung auf den Kiemenblättchen ist stets gegen den Wasserstrom gerichtet, da sonst die Gefahr des Abspülens besteht. Diese Stellung erklärt sich daraus, daß durch die Kiemen stets ein Wasserstrom fließt, hervorgerufen durch das Atmen des Fisches. Da die Klammerhaken dicht am Kopf sitzen, wird der Scharotzer durch den entgegenkommenden Wasserstrom fest an das Kiemengewebe gedrückt. Auf herauspräparierten Kiemen dagegen nehmen die Ergasiliden auch andere Stellungen ein. Daß Ortsveränderungen vorgenommen werden, zeigten Versuche. Zu diesem Zweck wurden Schleien untersucht, die nur von 2 oder 3 Parasiten befallen waren, da man diese stets genau beobachten kann. Von den Kiemen wurden Zeichnungen angefertigt und die augenblickliche Lage eines Parasiten eingetragen. Jeden Tag

wurden nun die Ergasiliden auf Ortsveränderungen untersucht. Es wurde dabei festgestellt, daß tatsächlich geringe Platzwechsel stattfanden. Damit wurden die Versuche von NEUHAUS mit *Ergasilus sieboldi* auch für *Ergasilus minor* bestätigt. *Ergasilus minor* wechselte innerhalb einiger Tage seinen Platz um mehrere Kiemenblättchen. Es geschah mit Hilfe seiner Klammerhaken, die immer abwechselnd ein Stück vom alten Ort entfernt in das Gewebe eingeschlagen wurden, wodurch der Parasit stets andere Nahrungsplätze aufsuchte. Man kann diese Art der Fortbewegung als „Hangeln" bezeichnen, wobei die Stellung zum Wasserstrom stets die gleiche bleibt.

Dieser Ortswechsel wird auch unter natürlichen Bedingungen vorgenommen. Jedenfalls sind diese Parasiten nicht wie andere schmarotzende Copepoden Zeit ihres Lebens an den gleichen Ort gebunden. Schon die Nahrungsaufnahme, die später behandelt wird, zwingt sie dazu. Wären sie Blutsauger, wie früher vielfach angenommen wurde, so wäre kein Grund gegeben, die nie versiegende, lebende Nahrungsquelle zu verlassen. Daß andere Umstände, etwa Lichtreize, sie veranlassen könnten, den Platz zu wechseln, ist nicht der Fall; denn am Grunde zwischen den Kiemenblättchen ist der einzige Ort, der am wenigsten dem Licht ausgesetzt ist und gleichzeitig den Parasiten gute Nahrungsbedingungen schafft.

Die Art der Befestigung ist bei beiden Parasiten gleich, dagegen ist ihr Aufenthaltsort verschieden. Die Untersuchungsmethoden der Aufenthaltsorte der beiden Ergasiliden sind völlig verschieden. Sie hängen mit dem verschiedenen Sitz der Parasiten zusammen. Da der große *Ergasilus* außen auf den Kiemenblättchen sitzt, ist es möglich, ihn auch außerhalb des Wassers zu erkennen. Man braucht nur die Kiemendeckel der Fische zu heben und erkennt dann leicht den Scharotzer, da er sich durch seine Größe und Farbe gut von den Kiemen abhebt. Besonders ist dies bei Weibchen der Fall, deren Eierstock stark entwickelt ist und der dann durch seine weiße Farbe auf dem roten Untergrund der Kieme sofort auffällt.

Man kann also den großen Parasiten auch auf *toten* Schleien gut erkennen. Bei *Ergasilus minor* ist es nicht der Fall. Ihn kann man nur *unter* Wasser beobachten, da er zwischen den Kiemenblättchen angeklammert sitzt. Seine geringe Größe — er ist nur halb so groß wie *Ergasilus sieboldi* — erschwert das Erkennen. Ist der Fisch außerhalb des Wassers, dann legen sich die Kiemenblättchen zusammen und der Parasit ist nicht zu beobachten. Untersucht man dagegen die Schleie unter Wasser und hebt den Kiemendeckel, dann werden die Kiemenblättchen beim Atmen gespreizt und am Grunde erkennt man den kleinen *Ergasilus*. Da er an toten Fischen, deren Kiemen fest aneinanderliegen, nicht zu beobachten war, ist es daher zu verstehen, daß der Parasit bis jetzt unentdeckt blieb.

Untersucht man lebende Schleien im hellen Licht, das bis auf den Grund der Kiemen strahlt, so kann man folgende Beobachtung machen. Die Ergasiliden werden unruhig und schlagen mit ihrem Schwanzende hin und her. Bei nicht so hellem Licht sind sie weniger unruhig. Der

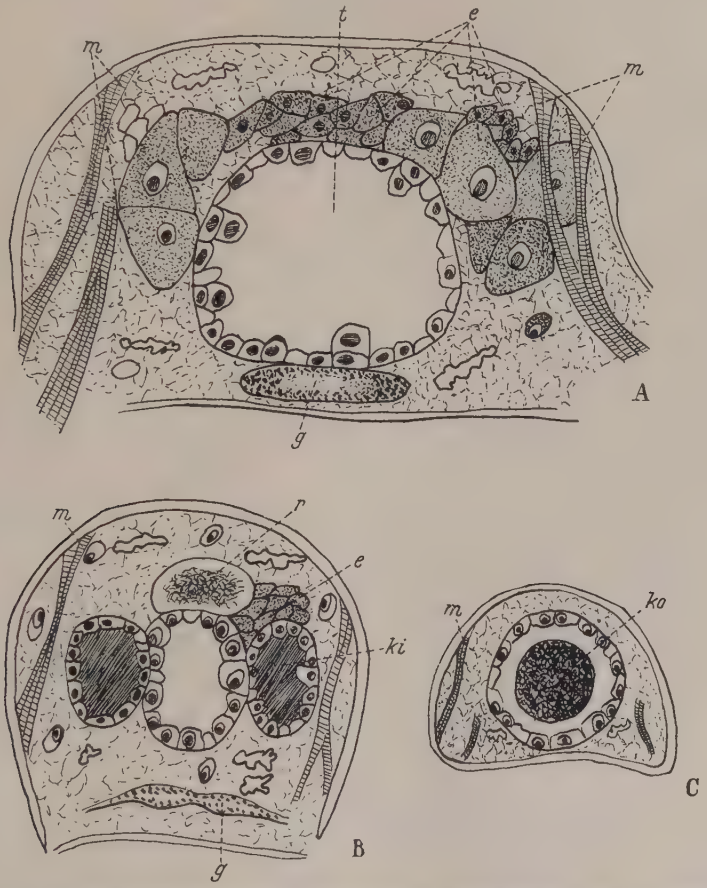


Abb. 26 A—C. Querschnitte durch drei verschiedene Regionen des Körpers. A Querschnitt durch die Magengegend, B Querschnitt in Höhe des zweiten Körpersegmentes, C Schnitt durch die Enddarmgegend. *t* Magenhohlraum mit Drüsenzellen, *e* Eizellen, *r* Samentasche, *ki* Kittdrüsen, *g* Ganglion, *m* Muskulatur, *ko* Enddarm mit Kotballen., Vergr. 665.

Aufenthalt am Grunde der Kiemenblättchen wird in erster Linie wohl dadurch bedingt sein, daß der Parasit das Licht meidet. Ferner ist dort der beim Atmen des Fisches entstehende Wasserstrom am schwächsten, und somit besteht auch die geringste Gefahr des Abspülens. Der Grund zum Wandern auf der Kieme dürften weit weniger Licht- und Strömungsreize als vielmehr Nahrungsmangel sein.

Wie bereits erwähnt, geschieht die Fortbewegung der Tiere mit Hilfe der 2. Antennen, die zu Klammerorganen umgebildet sind. Die Umwandlung derselben geschieht erst im 1. Copepoditstadium (Abb. 20 *d*). Dagegen besitzen die Nauplien eine 2ästige Antenne, an der noch nichts von späteren Klammerorganen zu erkennen ist (Abb. 20 *a* und *b*). Sie dient der Larve lediglich zur Fortbewegung.

Löst man Ergasiliden von den Kiemen ab, was infolge der außerordentlichen Kleinheit sehr schwierig ist, so kann man verschiedene Beobachtungen machen. Allein an der Beweglichkeit der Parasiten kann man nach einiger Übung die Befestigungsdauer derselben angeben. Und zwar geht die Beweglichkeit der Parasiten um so mehr verloren, je länger diese bereits an den Kiemen festsitzen. Während die jüngeren Stadien noch freischwimmend sind, heftet sich das bereits befruchtete, vollentwickelte Weibchen fest. 1 oder 2 Tage darauf besitzt das Weibchen durchaus noch die Beweglichkeit des frei umherschwimmenden Tieres. Später geht sie immer mehr verloren, und das Tier wird in seinen Bewegungen schwerfälliger. Nach Wochen, wenn bereits das Ovar entwickelt ist, liegt es auf dem Rücken und macht nur Greifbewegungen mit den Klammerhaken. Bringt man eine feine Nadel oder ähnliches in Berührung mit den Klammerorganen, versuchen die Parasiten sofort, diese in den Gegenstand einzuschlagen. — Da die Männchen freischwimmend bleiben, sind von den meisten Arten nur die Weibchen bekannt, die eben auf den Fischen schmarotzen. Erstere können nur im freien Wasser gefangen werden, da Züchtungen bisher stets fehlschlugen.

Wie bereits erwähnt, bilden sich die Eiersäckchen erst nach kurzem Parasitismus aus, sie sind also durch diesen bedingt. Die Befruchtung der Weibchen jedoch geschieht vor der Festheftung. Der Samen wird durch Samenkapseln (Spermatophoren) übertragen und in die Samentasche (Receptaculum seminis) aufgenommen. Dort hält er sich bis zum Lebensende der Weibchen. *Ergasilus*-Weibchen, die befruchtet sind, aber keinen Wirt finden, gehen nach einiger Zeit ein. Es scheint also ein Zusammenhang zwischen der Befruchtung und dem Bedürfnis, sich festzusetzen, zu bestehen. Jüngere Weibchen haben nie das Verlangen, auf einen Wirt zu kommen. An der Lage und Stellung der Klammerhaken kann man bei einiger Übung bereits sagen, welches Weibchen kurz vor der Festheftung steht oder welches noch längere Zeit frei umherschwimmen wird. Die jungen *Ergasilus*-Weibchen haben ihre Klammerhaken nach innen geschlagen und nach unten gelegt. Sie sind dann dem Parasiten bei der Fortbewegung nicht hinderlich, dagegen haben geschlechtsreife Weibchen ihre Klammerorgane nach der Seite gerichtet. Sie liegen also nicht dem Körper an, sondern sind auf das schnelle Zufassen eingestellt. Am Ende der Fortpflanzungsperiode, wenn alle Weibchen sich festgesetzt haben, sind im freien Wasser nur noch Männchen zu finden, die nach kurzer Zeit sämtlich zugrunde gehen.

2. *Befall.*

Ergasilus minor sucht als Wirt stets die Schleie auf. Karpfen werden im allgemeinen nicht von diesem Schmarotzer befallen. Bei natürlichen Lebensbedingungen werden von *Ergasilus minor* nur die Schleien bis zu einer Größe von etwa 20 cm befallen, während größere davon frei bleiben. Dagegen werden in kleinen Versuchsteichen, die aber nicht den Besatzteichen in ihrer verschiedenen Tiefe entsprechen, auch große Schleien befallen. Diese Tatsache hängt mit dem verschiedenen Aufenthalt der kleinen und großen Schleien zusammen. Die kleinen Schleien bevorzugen die Uferregion, also verhältnismäßig flache Stellen. Diese Orte haben auch die noch freischwimmenden kleinen Parasiten zu ihrem Aufenthalt gewählt. Sie finden also in ihrer Umgebung den Wirt zum Festheften. Die großen Schleien aber bevorzugen tiefe Stellen der Teiche, wo *Ergasilus minor* nicht vorkommt. Sind die Bedingungen in bezug auf die Wassertiefe andere, wie es im Versuchsteich der Fall ist, so ist auch bei großen Schleien die Möglichkeit einer Infektion vorhanden. In meinen Versuchen wurden auch Schleien über 20 cm von *Ergasilus minor* befallen. Die Parasiten pflanzten sich auch auf der großen Schleie fort. Es können also nur die verschiedenen Aufenthaltsorte der einzelnen Schleiengrößen die Ursache für den Befall bzw. deren Nichtinfektion sein. Allerdings scheinen die großen Schleien auch im Versuchsteich nicht in dem Maße unter dem Schmarotzer zu leiden wie die kleineren. Hier ist wohl die Größe der Kieme bzw. der stärkere Wasserstrom, der beim Atmen der Fische durch die Kiemen geht, als Ursache anzunehmen. Im Gegensatz zum Befall der kleinen Schleien mit *Ergasilus minor* steht die Infektion der großen Fische mit *Ergasilus sieboldi*. Der Lebensraum von *Ergasilus sieboldi* ist wohl das tiefere Wasser, wo sich die großen Schleien aufhalten. Aus diesen Tatsachen heraus erklärt sich der Befall der kleinen Schleien mit dem kleinen *Ergasilus minor* und der großen Schleien mit dem großen *Ergasilus sieboldi*.

Die Versuche, die ich in diesem Jahre als Gegenbeispiel mit *Ergasilus sieboldi* anstellte, klärten die bisher unbekannte Lebensweise der beiden Parasiten auf. Kleine Schleien, die ich in ein Becken setzte, das mit *Ergasilus sieboldi*-Schleien besetzt war, wurden ebenfalls von diesen großen Parasiten befallen. Also auch hier zeigt es sich, daß eine Infektion kleiner Schleien mit dem großen *Ergasilus sieboldi* durchaus möglich ist. Lediglich der verschiedene Aufenthalt der großen und kleinen Fische läßt in natürlichen Verhältnissen einen Befall sämtlicher Schleiengrößen mit dem gleichen Parasiten nicht zu. — Die Anzahl der kleinen Schmarotzer auf den Kiemen läßt mit dem Wachstum der Fische nach. Auf einer nur 5 cm großen Schleie konnte ich 335 Ergasiliden zählen. Die Parasiten saßen dicht zusammengedrängt und übereinander, sogar außen auf den Kiemenblättchen hatte sich eine Anzahl infolge Platzmangels festgesetzt. Größere Schleien mit gleichem Verhältnis

des Befalls habe ich nie feststellen können. $2^1/_2$ cm große Fische waren gleichfalls infiziert.

3. Nahrung.

Bisher herrschten über die Nahrung und ihre Aufnahme durch die Parasiten sehr verschiedene Meinungen. Wilson (11) leitet einfach vom Aufenthalt auf den Kiemen ab, daß von den Scharotzern Blut aufgenommen wird. Jedoch bestreitet er, daß sie Kiemengewebe fressen, da die Mundgliedmaßen zu schwach sind, um derartige Zerstörungen hervorzurufen. Dagegen lehnt Rumphorst die Schäden des Blutsaugens ab. Er meint allerdings, daß die Blutbahnen in den Kiemen zerstört werden. Dazu wäre aber ein Verletzen des Kiemengewebes nötig; mein Untersuchungen bestätigen dies. Aber nicht durch die Mundgliedmaßen werden die Zerstörungen der Kiemen hervorgerufen, sondern durch ausgeschiedene Fermente.

Der Darminhalt ist kaum festzustellen. Wilson und Neuhaus schreiben ebenfalls in ihren Arbeiten, daß der Darminhalt regelmäßig körnig erscheint und Einzelheiten nicht zu erkennen sind. Von blutsaugenden Schmarotzern ist es bekannt, daß die Verdauung von Blut so schnell einsetzt, daß es im Magen nicht mehr nachweisbar ist. Ich konnte nun auf mikroskopischen Schnitten feststellen, daß oberhalb des Kopfes der Parasiten, also an der Basis der Kiemenblättchen größere Mengen von zerstörten Gewebszellen sich anhäuften. Kot der Ergasiliden konnte es nicht sein, dagegen sprach sowohl die Lage als auch die lockere Masse. Die Exkremente werden in ovalen, festen Ballen abgeschieden. Der Inhalt des Magens stimmte aber mit den aufgelösten Gewebsteilen überein. Ebenso konnte ich verschiedene Zerfallsübergänge der Kiemen feststellen. An den mikroskopischen Schnitten war zu beobachten, daß am äußeren Rande der Kiemen das Gewebe noch völlig unversehrt war. Dagegen war am inneren Teil, an dem der Parasit sich aufhielt, eine starke Auflösung des Epithels festzustellen, die nach außen zu abnahm. Bei erst kurze Zeit festsitzenden Ergasiliden sah man, daß die Kieme nur in der Gegend der Mundgliedmaßen beschädigt war. Bei älteren Parasiten dagegen waren die der Mundseite zu gelegenen Kiemenblättchen in großen Mengen aufgelöst. Es muß wohl also ein Ferment vom Parasiten ausgeschieden worden sein, das die Kiemengewebe zerstörte und eine gewisse Vorverdauung bewirkte. Diese Art der Verdauung (extraintestinale) ist bei wirbellosen Tieren weit verbreitet, dagegen war sie bei Parasiten nicht bekannt.

Erst nachdem die Gewebe durch das Ferment aufgelöst sind, wird dieses zerstörte Kiemenepithel vom *Ergasilus* aufgenommen. Hierbei spielt wahrscheinlich auch das erste Schwimmfußpaar eine Rolle. Und zwar trägt der Innenast des 1. Extremitätenpaares 2 auffallend starke Borsten (Abb. 6), die bei den anderen Schwimmfüßen nicht vorkommen. Es ist anzunehmen, daß diese bei der Kiemenzerstörung in Tätigkeit

treten. Offenbar ist es so, daß vor dem Abgeben des Ferments nach außen eine Auflockerung des Kiemengewebes durch das erste Beinpaar erfolgt und daß dann das Ferment die weitere Zerstörung bewirkt. Man kann bei abgelösten Ergasiliden beobachten, daß oft Bewegungen mit diesem Fußpaar nach der Mundöffnung zu stattfinden und tatsächlich reichen diese Borsten bequem bis an die Mundöffnung heran. Das abgelöste *Ergasilus*-Weibchen führt auch rhythmische Bewegungen mit sämtlichen Schwimmfüßen aus, um sich von der Stelle zu bewegen. Dagegen tritt das erste Paar nicht in Tätigkeit, sondern es bewegt sich meist unabhängig von den anderen nach den Mundgliedmaßen zu.

Um nun die Annahme einer Vorverdauung außerhalb des Körpers durch Beweise zu bestätigen, führte ich folgende Versuche durch: Es wurden eine Anzahl abgelöster, lebender Ergasiliden in ein Schälchen mit etwas Wasser übergeführt. Legte ich nun ein Stück Gelatine, die ja bekanntlich im kalten Wasser nicht löslich ist, dazu, so war dieses Stück am nächsten Tage meist völlig aufgelöst. Das Stück Gelatine war in der Masse weit größer als die Masse Ergasiliden ausmachten. Ich habe nie beobachtet, daß etwa Ergasiliden sich festgeklammert und nun gefressen hätten. Diese lagen im Gegenteil, wenn es sich um bereits längere Zeit festgeheftete handelte, stets auf dem Rücken und führten mit den Klammerhaken Greifbewegungen aus. Auch dürfte das Gewicht der daraufliegenden Gelatine kaum genügen, um den Ergasiliden die Möglichkeit zu geben, sich Stücke aus der Gelatine zu reißen. Es würde stets der Fall eintreten, daß der Nahrungsbrocken durch die Bewegungen der Schwimmfüße fortgestoßen würde. Zur Gegenkontrolle legte ich ein zweites gleich großes Stück Gelatine in ein 2. Schälchen mit reinem Wasser ohne Ergasiliden, und es blieb mehrere Tage lang völlig unverändert. Es mußte also etwas im 1. Schälchen sein, das die Auflösung der Gelatine bewirkte. Wenn es sich um ein auf das Kiemengewebe bzw. die Gelatine abgeschiedenes Ferment handelte, müßte natürlich dieses im Wasser enthalten sein. Ich stellte nun weitere Versuche an. Ein Stück Gelatine wurde nun in ein Näpfchen gelegt, in dem sich vorher Ergasiliden aufhielten. Dieses Stück war am nächsten Tage ebenfalls aufgelöst, obwohl sich doch keine Parasiten darin befanden. Daß es sich tatsächlich um ein Ferment handelte, das eben vom *Ergasilus* zur Vorverdauung ausgeschieden wurde, stellte sich nun ohne Zweifel heraus. Und in der Tat findet man auf mikroskopischen Schnitten, daß sich im Magen auffallend viele und große Sekretzellen befinden. Um nun das Ferment auf seine Widerstandsfähigkeit zu prüfen, kochte ich es ab. Der Erfolg war, daß eine Auflösung von Gelatine nicht mehr eintrat. Die Hitze zerstörte also das Ferment, d. h. es war nicht hitzebeständig.

Durch diese Versuche wurde nun eindeutig festgestellt, daß der eigentlichen Verdauung eine extraintestinale vorangeht. Es ist daher verständlich, wenn früher eine Feststellung des Darminhaltes nicht möglich

war, denn die aufgenommene Nahrung ist ja bereits, ehe sie in den Magen kommt, stark verändert. Man sprach nur auf Grund der festgestellten Kiemenschädigung die richtige Vermutung aus, daß Kiemengewebe und zum Teil auch Blut gefressen wird. Da aufgenommenes Blut auch im Darm von blutsaugenden Copepoden nicht mehr nachweisbar war, kam man früher zu dem Fehlschluß, daß es sich auch bei *Ergasilus* darum handele. Erst genaue Beobachtungen beschädigter Kiemen klärten diesen Fehler auf.

4. Kiemenschädigung.

Auf mikroskopischen Schnitten war zu beobachten, daß die Kiemen nur an den Stellen beschädigt waren, die den Mundgliedmaßen der Parasiten gegenüberlagen, dagegen war die dem Rücken zugekehrte Seite völlig unversehrt. Nicht allein durch die Freßtätigkeit der Parasiten werden Kiemenschädigungen hervorgerufen, sie können auch durch die Arbeit der Klammerhaken verursacht werden. Wie bereits erwähnt, heften sich die Ergasiliden mit ihrer 2. Antenne, die zu einem Paar Klammerorganen umgebildet sind, an den Kiemen der Schleien fest. Hierbei werden die Haken tief in das Kiemengewebe der Fische eingeschlagen, um den Parasiten einen festen Halt zu bieten. Auf mikroskopischen Schnitten sind die so entstehenden Löcher im Gewebe festzustellen.

Nicht zu vergessen sind die durch Ortsveränderungen der Ergasiliden hervorgerufenen Schäden. Wie meine Versuche zeigten — sie bestätigten die Ergebnisse der Neuhausschen Untersuchungen — findet ein verhältnismäßig lebhafter Ortswechsel statt. Das Aufsuchen gesunder, unbeschädigter Nahrungsplätze verursacht eine neue Verletzung der Fischkieme. Durch Hangeln der Ergasiliden ist ein öfteres Einschlagen der Klammerhaken in das weiche Kiemengewebe nötig.

Weiter stellte ich durch meine Gelatineversuche fest, daß von dem Parasit durch seine extraintestinale Verdauung weit mehr Nahrung aufgelöst wird, als er aufzunehmen imstande ist. Diese Beobachtung konnte ich auch an Teilen von mikroskopischen Querschnitten machen, obwohl durch den Wasserstrom bestimmt ein großer Teil des aufgelösten Kiemengewebes bereits abgespült worden war. Durch diese fermentative Zerstörung wird nicht nur das Epithel aufgelöst, auch die Blutgefäße und besonders die respiratorischen Fältchen können zum großen Teil vernichtet werden. Dabei nehmen natürlich die Parasiten auch Blut auf. Der Zerfall kann so weit fortschreiten, daß nur noch die Knorpelspangen der Kiemen übrigbleiben. An den stark beschädigten Teilen siedeln sich bald Pilze an. Es dauert nicht lange, und die Kiemen sind völlig von den Pilzen überwuchert.

Die angeführten Schädigungen auf der Schleienkieme sind besonders stark und gefährlich, wenn es sich um eine größere Anzahl von Parasiten

handelt. Bei nur 5 cm großen Schleien konnte ich über 300 solcher Schmarotzer feststellen. Neuhaus zählte auf einer 30 cm großen Schleie über 3000 Stück *Ergasilus sieboldi*. Der Befall kann dann so stark werden, daß zu den vorgenannten Zerstörungen noch Atemnot dazutritt, durch die Menge der Parasiten hervorgerufen. Ein Massensterben ist die Folge.

Die Verluste zeigen sich besonders im Sommer, kaum wohl im Winter. Die geringen Verluste im Winter sind dadurch zu erklären, daß die Lebenstätigkeit sowohl des Parasiten als auch des Wirtstieres in dieser Jahreszeit stark herabgesetzt ist. Ebenso ist der Sauerstoffgehalt des Wassers im Winter wesentlich höher als im Sommer. Auch machen sich die Schäden, hervorgerufen durch die Ergasiliden, erst nach längerer Zeit bemerkbar. Mit zunehmender Temperatur und damit verbundener erhöhter Lebenstätigkeit stellen sich die nachteiligen Wirkungen ein. Beschädigte und von den Ergasiliden verstopfte Kiemen fordern von den Fischen erhöhten Zufluß von frischem Wasser und damit verbunden größere Körperanstrengung. Die Folgen sind, daß der an und für sich schon stark geschwächte Fisch noch stärker in Anspruch genommen wird und schließlich eingeht.

Große Verluste treten besonders im Sommer bei hohen Wassertemperaturen ein, wenn noch Sauerstoffmangel dazukommt. Wie verheerend solche Sterben waren, zeigt der Vorschlag eines Fischereibiologen. Er empfiehlt, in verseuchten Seen zur Zucht anderer Fischarten überzugehen, da dort Bekämpfungsmaßnahmen gegen *Ergasilus* wohl unmöglich zu ergreifen sind.

5. Atmung.

Während die Atmung bei den höheren Krebsen durch Kiemen geschieht, ist bei den niederen Krebsen die Darmatmung weit verbreitet. Der obere Abschnitt des Verdauungsapparates dient der Aufnahme der Nahrung und ihrer Verdauung, dagegen übernimmt der untere Teil, der Enddarm, außer der Ausscheidung der Endprodukte noch die Atmung. Daß dieser Abschnitt eine besondere Arbeit ausübt, erkennt man bereits am lebenden Tier. Während nämlich der ganze obere Verdauungsapparat von *Ergasilus minor* leuchtendblau gefärbt ist, fehlt dem Enddarm jegliche Farbe. Erst nahe am After tritt sie wieder auf. Diese merkwürdige Erscheinung hängt mit der Atmung des Parasiten zusammen. Durch den After gelangt Wasser in den Darm, und der enthaltene Sauerstoff wird durch den dafür eingerichteten Enddarm entzogen. Auf mikroskopischen Schnitten erkennt man, daß an dieser Stelle die Darmwand sehr dünn ist. Dies ist nötig, um einen Gasaustausch zu vermitteln, ähnlich wie bei allen Atmungsorganen.

Bei halb ausgetrockneten noch lebenden Tieren konnte ich die Beobachtung machen, daß durch den After Luft eingezogen wurde. Die Tiere, in Wasser gesetzt, lebten weiter und behielten längere Zeit diese Luft im Enddarm. Die Bewegungen des Darmes dienen zur Beförderung des

Blutes. Sie sind bei jedem Parasiten gut zu beobachten. Ebenso wird dadurch das in den Darm eingedrungene Wasser wieder ausgestoßen. Es findet ein dauerndes Zusammenziehen und wieder Ausdehnen des ganzen Verdauungssystems statt. Durch das Ausdehnen und wieder Zusammenziehen wird immer wieder frisches Atemwasser aufgenommen und ausgestoßen. Die Wirkung ist ähnlich der einer Pumpe.

Die Kontraktionen sind im Magenteil am stärksten. Hier verändert sich ständig die Form. Nur in den Atempausen ist die charakteristische Zeichnung des Darmsystems zu erkennen. Nach unten zu nimmt die Bewegung ab, nahe am After ist kaum eine Veränderung wahrzunehmen. Nur das Auf- und Niedergleiten des Kotballens zeigt an, daß dieser in einer bewegten Flüssigkeit schwimmen muß, da eben der Enddarm selbst nur noch geringe Bewegungen ausführt. Es ist das Atemwasser, das im Enddarm aufgenommen wird.

6. Lebenslauf.

Die Vermehrung der Parasiten geschieht durch Eier. Sie werden in Trauben vom Weibchen am Körperende herumgetragen, bis sich die Larven entwickelt haben. Nachdem die *Nauplius*-Larve geschlüpft ist, schwimmt sie bald im Wasser umher. Sie hält sich hauptsächlich in der Uferregion im flachen, warmen Wasser auf. Im Gegensatz zum bereits auf den Schleienkiemen festgesetzten Weibchen sind die Larven und die älteren Stadien bis zum geschlechtsreifen Tier positiv phototaktisch eingestellt.

Der Temperatur des Wassers entsprechend geht die Entwicklung der Larve rasch vorwärts. Nach erfolgten 3 Häutungen und darauffolgendem Wachstum kommt der *Nauplius* in das 1. Copepoditstadium. Es sind inzwischen wesentliche Veränderungen eingetreten. Der heranwachsende Parasit besitzt jetzt schon die typische Copepodenform. Auch in diesem Stadium ist eine 3malige Häutung nötig, um zum geschlechtsreifen Tier heranzuwachsen. Jedes Häuten läßt die Anlagen der Gliedmaßen und die Geschlechtsorgane sich weiter entwickeln. Nach erfolgter letzter Umwandlung reift der Parasit zur Fortpflanzung heran.

Während die Männchen auf der Höhe ihrer Entwicklung angelangt sind und die Weibchen zur Begattung aufsuchen, treten diese nach erfolgter Vereinigung in ein neues Lebensstadium über: Der Parasitismus beginnt. Die Männchen sterben nach der Begattung allmählich ab. Ist die Befruchtung erfolgt, strebt das Weibchen danach, auf den Wirt zu gelangen. Seine Klammerhaken sind in diesem Zustand so gerichtet, daß nur ein Zupacken im geeigneten Augenblick nötig ist. Offenbar ist ein Zusammenhang zwischen dieser Bereitschaftsstellung und der Befruchtung der Weibchen vorhanden.

Die Infektion der Schleien mit *Ergasilus minor* erfolgt nun in der Uferregion. Sie ist der Aufenthaltsort sowohl der Wirtstiere als auch

der Parasiten. Daß aber nur kleinere Schleien bis zu einer Größe von etwa 20 cm vom kleinen Parasiten befallen werden, erklärt sich daraus, daß sich die großen Schleien im tieferen Wasser aufhalten. Das Gegenteil ist bei einer Infektion mit *Ergasilus sieboldi* der Fall. Neuhaus hat in seinen Versuchen festgestellt, daß in einer Tiefe bis fast 3 m ein Befall durch den großen Parasiten stattfindet. Wahrscheinlich wird das ganz flache Ufer vom großen Schmarotzer gemieden, wie ja ein Befall von Schleienstrich und Besatzschleien durch denselben normalerweise nicht eintritt. Tatsache ist, daß sich Schleienbrut besonders gern an dem flachen Ufer aufhält. Es muß also der Aufenthalt des *Ergasilus sieboldi* mit dem der großen Schleie übereinstimmen. Umgekehrt muß *Ergasilus minor* dort zu finden sein, wo die kleinen Schleien vorkommen.

Daß eine Infektion der großen Schleien mit *Ergasilus minor* und der kleinen mit *Ergasilus sieboldi* wohl möglich ist, zeigten meine Versuche. Bei beiden Größen konnte ein Befall festgestellt werden. Eine Widerstandsfähigkeit gegen die Parasiten kam also nicht in Frage. Bei *Ergasilus minor*, der die großen Schleien befallen hatte, konnte trotz der fortgeschrittenen Jahreszeit noch eine Ausbildung von Eiersäckchen beobachtet werden.

Der Befall durch die Parasiten und deren Vermehrung ist der Temperatur und der Jahreszeit entsprechend sehr verschieden. Unter günstigsten Umständen können bereits im März Eiertrauben ausgebildet werden, normalerweise geschieht dies wohl erst im April. Es treten dann bei günstigen Temperaturen Massenentwicklungen von Parasiten ein, die etwa 1—2 Wochen andauern. Darauf ist deutlich eine Abnahme der Schmarotzer festzustellen, da die geschlechtsreifen Weibchen sich allmählich auf der Schleienkieme festsetzen. Man findet am Schluß einer Entwicklungsperiode fast nur noch Männchen, bis auch diese völlig verschwinden. Nach einem Entwicklungsstillstand von mehreren Wochen, in dem nur eine Ausbildung der Eiersäckchen stattfindet, tritt wieder eine Massenentwicklung ein. Es können auf diese Art 3 Entwicklungsperioden in 1 Jahr eintreten. Schließlich hört die Fortpflanzung im Oktober oder November ganz auf. Das Ovar wird rückgebildet, und die Parasiten erscheinen wieder durchsichtiger. Bis gegen Anfang März ruht sämtliche Entwicklung.

Die im Herbst festgesetzten Ergasiliden überwintern und sorgen im darauffolgenden Frühjahr wieder für Nachkommen. Sehr wahrscheinlich überstehen die im Herbst festgesetzten Parasiten nur noch den darauffolgenden Sommer und sterben dann im Herbst ab. Das Alter der Weibchen ist demnach auf höchstens etwas über 1 Jahr festzusetzen. Jedenfalls beobachtete ich, daß vorjährige Parasiten im Laufe des Sommers sämtlich zugrunde gingen.

Wenn man feststellen will, wieviel Nachkommen *ein* Weibchen innerhalb eines Jahres hervorbringt, so wird die Zahl mit rund 9000 Individuen

bestimmt nicht zu hoch berechnet sein[1]. Es handelt sich dann nur um reine Parasiten, d. h. die Männchen sind nicht eingerechnet. Diese Zahl gilt nur für *Ergasilus minor*. Da *Ergasilus sieboldi* aber im Durchschnitt etwa 5mal soviel Eier erzeugt wie *Ergasilus minor*, sind diese Zahlen beim großen Parasiten weit höher. Bei Berücksichtigung von 50% Männchen wäre die Zahl der Nachkommen eines Weibchens von *Ergasilus sieboldi* etwa 1100000 in einem Jahr. Man erkennt daraus, daß die Vermehrung dieser Schmarotzer eine außerordentliche Gefahr für die Fischerei bedeutet.

Berechnung der Nachkommen eines *Ergasilus*-Weibchens innerhalb 1 Jahres bei 3 und 4 Entwicklungsperioden.

1. Entwicklungsperiode		20			
2.	„	400	20		
3.	„	8000	400	20	
		8420			
		440			
		8860	rund 9000	*Ergasilus minor*	
1. Entwicklungsperiode		100			
2.	„	10000	100		
3	„	1000000	10000	100	
		1010100			
		10200			
		1020300	rund 1100000	*Ergasilus sieboldi*	
1. Entwicklungsperiode		20			
2.	„	400	20		
3.	„	8000	400	20	
4.	„	160000	8000	400	
		168420			
		8840			
		177260	*Ergasilus minor*		

[1] Um die Zahl der Nachkommen eines Parasiten errechnen zu können, wurde angenommen, daß ein überwintertes Weibchen von *Ergasilus minor* in der 1. Entwicklungsperiode etwa 40 Eier ablegt. Von diesen wurde die Hälfte Männchen angerechnet, die aber als Parasiten ausscheiden, da sie nicht schmarotzen. Es werden also in der 1. Periode 20 Schmarotzer geboren, die in der 2. Entwicklungsperiode, nachdem sie sich selbst schon vermehren, 20×20, also bereits 400 Nachkommen ergeben und schließlich im 3. Entwicklungsgang $400 \times 20 = 8000$ Schmarotzer hervorbringen. Nun legt das eine schon im Frühjahr vorhanden gewesene Weibchen in der 2. Periode wieder 20 Eier, die sich zu Parasiten entwickeln und in der 3. Periode selbst schon je 20, zusammen 400 Nachkommen besitzen. Und ebenso vermehrt sich das gleiche Weibchen nochmals um 20 Parasiten in der 3. Fortpflanzungsperiode. Nimmt man eine 4. Entwicklung an, die in einem heißen, langen Sommer durchaus möglich wäre, dann steigt die Vermehrungsziffer ungeheuer stark an, und es ergeben sich nun folgende Zahlen: Bei *Ergasilus minor* 177000 Nachkommen eines einzigen Weibchens und bei *Ergasilus sieboldi* sogar 102030000 Parasiten.

Man erkennt hieraus die ungeheure Gefahr, die ganze Fischbestände bedroht und auch schon in den letzten Jahren vernichtet hat.

1. Entwicklungsperiode		100		
2.	„	10000	100	
3.	„	1000000	10000	100
4.	„	100000000	1000000	10000
		101010100		
		1020200		
		102030300	*Ergasilus sieboldi*	

Die Anzahl der auf einem Fisch festsitzenden Parasiten ist sehr verschieden. Während bei einer schwachen Infektion oft nur ganz wenige Parasiten beobachtet wurden, sind bei einem starken Befall auf einer nur 2,5 cm großen Schleie 309 Stück Ergasiliden gezählt worden. Sie saßen innen und außen auf den Kiemenblättchen und bedeckten sie völlig. Neuhaus ermittelte auf einer etwa 30 cm großen Schleie über 3000 Stück der großen Parasiten. Die Festsetzung der geschlechtsreifen Weibchen kann auf verschiedene Art erfolgen. Die Frage, ob der Parasit seinen Wirt aktiv aufsucht, ist noch nicht geklärt. Auf jeden Fall kann er durch die Mundhöhle mit dem Atemwasser oder beim Durchseihen der Nahrung auf die Kieme gelangen.

Der Aufenthalt auf den Kiemen ist bei beiden Ergasiliden verschieden. Während der kleine *Ergasilus minor* sich zwischen den Kiemenblättchen festsetzt, sitzt der große *Ergasilus sieboldi* außen auf dem Kiemenblättchen. Bei beiden ist eine deutliche negative Phototaxis festzustellen. Der dem Licht am wenigsten ausgesetzte erste Kiemenbogen wird vom *Ergasilus minor* bevorzugt. Dagegen setzen sich beide an der Basis der Kiemenblättchen fest, da hier die Wasserströmung nicht so stark ist und das Licht nur im geringen Maße einfallen kann. Diese Beobachtungen decken sich völlig mit denen von Neuhaus bei *Ergasilus sieboldi*. Der Befall der Fische durch die Parasiten kann innerhalb mehrerer Jahre sehr verschieden sein. Tatsache ist, daß sehr warme Sommer für die Verbreitung der Ergasiliden in großem Maße günstig sind.

7. Verbreitung.

Es interessiert nun die Frage: Wie gelangt der Parasit von einem Gewässer in das andere? Oben wurde bereits erwähnt, daß die Vermehrung durch Eier geschieht, die sich entwickeln und aus denen die Larven schlüpfen. Nun besteht die Möglichkeit, daß diese freischwimmenden Stadien mit dem Wasserstrom von einem Teich in den anderen gelangen. Allerdings dürfte diese Verbreitung nur bei Teichen zutreffen, die unterhalb eines verseuchten liegen. Der Parasit wird dann vom Wasserstrom mitgespült. Daß umgekehrt freischwimmende Ergasiliden von einem befallenen Teich in einen oben gelegenen anderen gelangen, ist wohl nicht möglich. Höchstens kann die Übertragung durch befallene Fische erfolgen. Neuhaus stellt die Frage, ob bei den zuletzt geschlüpften Ergasiliden sich vielleicht die Entwicklung erheblich verzögert und daher freischwimmende Formen sich den ganzen Winter im Wasser aufhalten

können. Dem ist entgegenzuhalten, daß freischwimmende Formen im Winter nicht vorkommen. Oben teilte ich bereits mit, daß sich am Ende einer Periode sämtliche Weibchen festgesetzt hatten. Auch die im Herbst geschlüpften Parasiten suchen ihren Wirt auf. Es ist also nicht anzunehmen, daß sich die Ergasiliden während des Winters freischwimmend aufhalten. Jedenfalls wurden Ende Oktober im Freien keine Parasiten mehr gefangen. Eine Infektion dürfte damit nur im Sommer und möglicherweise noch im Herbst erfolgen, auf keinen Fall aber in den Wintermonaten. Eine andere Verbreitung könnte, wie schon erwähnt, durch befallene Schleien in Frage kommen. Da die Schleie gern wandert, ist auch die Verseuchung der nach oben gelegenen Teiche oder Seen möglich.

Weiter wird selbstverständlich auch die Krankheit durch Einsetzen bereits befallener Satzfische verschleppt. Schließlich wäre noch eine letzte Verbreitungsmöglichkeit zu erwähnen, die Vögel. Durch sie besteht die Gefahr, daß auch in einem Teich ohne Zu- und Abfluß die Fische befallen werden können, abgesehen davon, daß bereits kranker Besatz eingesetzt wurde. Ich kann der Meinung von Neuhaus nur beistimmen, wenn er darin eine große Gefahr auch für völlig isolierte Teiche erblickt. Wird durch einen Vogel ein kranker Fisch oder auch nur dessen Kopf an ein solches Gewässer gebracht, so ist schon die Möglichkeit einer Ansteckung gegeben.

Im allgemeinen sind die Ergasiliden ziemlich widerstandsfähig. Kalt aufbewahrte Kiemen enthielten nach vielen Stunden, sogar nach Tagen noch lebende Parasiten, vorausgesetzt, daß die Keimen noch nicht in Fäulnis übergingen. Die Möglichkeit, daß sich die Parasiten wieder ablösen und neue Wirte aufsuchen oder von ihnen aufgenommen werden, ist allerdings sehr gering. An Versuchen konnte ich feststellen, daß sich nur sehr wenige Ergasiliden von der Kieme ablösten, auch dann nur von Kiemen, die aus dem Fischkopf abgelöst waren.

Viel eher ist eine Verschleppung der Krankheit in ein anderes Wasser durch das Übertragen der Eier der Parasiten möglich. Sie entwickeln sich auch dann normal weiter, wenn das Muttertier bereits abgestorben ist. Ihre Lebensfähigkeit ist erheblich größer als die der geschlüpften und voll entwickelten Tiere. Die vielfach vertretene Meinung, daß Dauereier erzeugt werden oder freischwimmende Stadien überwintern, ist bestimmt abzulehnen. Diese Annahmen sind dadurch entstanden, daß man die Ergasiliden mit Daphnien und auch einigen freischwimmenden Copepoden verglich, die Dauereier bilden, welche dann durch den Wind verschleppt werden.

III. Bekämpfung.

Sind Infektionen bekannt, so ist doch das Wichtigste ihre Verhütung und bei schon vorhandener Krankheit ihre Bekämpfung. Denn welchen Wert hätte für die Praxis das Aufzählen der Krankheitserscheinungen

oder die Erforschung ihrer Erreger, wenn nicht gleichzeitig Bekämpfungsmaßnahmen angegeben werden könnten.

Leichter als eine Krankheit zu bekämpfen ist jedenfalls ihre Verhütung. Sie ist für den Teich- und Seenwirt von größtem Wert, besonders für die Seenwirtschaft, da dort Bekämpfungsmaßnahmen wohl unmöglich zu treffen sind. Wie verheerend diese Krankheit gerade dort auftrat, zeigt der bereits erwähnte Vorschlag eines Fischereibiologen. Er empfiehlt in den Seen einen Übergang zur Zucht anderer Fischarten, die von dieser Krankheit verschont bleiben, da dort kaum irgendwelche Maßnahmen dagegen zu ergreifen sind. In dieser Hinsicht sind die Teichwirte weit besser daran. Ihnen ist es möglich, durch Ablassen der Teiche sämtliche Fische zu erfassen, was bei den Seen nicht der Fall ist. Eine Trennung gesunder Schleien von kranken ist durch die völlige Abfischung leicht möglich. Voraussetzung für die Verhütung dieser Krankheit ist aber, daß dort eine ebenso geregelte Zucht der Schleien betrieben wird, wie es bei den Karpfen bereits der Fall ist. Zur Fortpflanzung sind nur gesunde Laichschleien zu verwenden, die unbedingt von anderen Schleien zu trennen sind. Kommt in einer Teichwirtschaft *Ergasilus minor* vor, so besteht für abgesonderte Laichschleien und deren Brut keine Gefahr, da die Laichtiere immer gesund sind. Dieser kleine Parasit befällt nur Schleienstrich und Satzfische bis etwa 20 cm Größe. Die Größe eines Fisches wird nur bis zur Schwanzwurzel, also ohne Schwanzflosse gemessen.

Beim Übersetzen in die Vorstreckteiche ist darauf zu achten, daß sie frei von kranken Fischen sind. Allerdings dürfte es schwierig sein, wenn diese Teiche mit schon verseuchten in Verbindung stehen; denn die Schleie wandert gern. Da die weiblichen Laichschleien über 20 cm groß sind, ist ein Befall mit *Ergasilus minor* ausgeschlossen, dagegen besteht eine Ansteckungsgefahr durch die männlichen Schleien. Im allgemeinen sind sie kleiner als die Weibchen, werden also bereits unter 20 cm fortpflanzungsfähig. In diesem Fall besteht die Möglichkeit, daß die männlichen Schleien infiziert sind. Es ist dann streng darauf zu achten, daß sie nicht krank sind, oder was noch besser ist, daß sie bereits über 20 cm groß sind, also frei von *Ergasilus minor*.

Umgekehrt ist es bei *Ergasilus sieboldi*. Hier werden nur die großen Schleien befallen, dagegen nicht der Schleienstrich. Es ist keine Gefahr vorhanden, wenn die Laichschleien befallen sind. Erst mit zunehmendem Wachstum besteht auch für die Satzschleien die Möglichkeit, daß sie infiziert werden können. Vorbedingung für eine Infektionsverhütung ist also ein völlig isolierter Laichteich, der keine Verbindung mit anderen eventuell schon verseuchten Teichen hat.

Ist ein starker Befall von Schleienstrich mit *Ergasilus minor* festgestellt, so ist die einzige und beste Lösung, eine Weiterverbreitung zu verhindern, sämtliche Schleienbrut zu vernichten. Ist dagegen ein Befall von Schleien von 15 cm Größe und darüber mit *Ergasilus minor* erfolgt,

so besteht die Hoffnung, daß der Parasit im nächsten Jahr abstirbt und daß eine Neuinfektion kaum oder nur sehr schwach stattfindet. Sehr wahrscheinlich hängt dieser Nichtbefall mit der verschiedenen Lebensweise der großen Schleien und der Parasiten und auch mit der Kiemengröße der Schleien zusammen, da die Fische über 20 cm Größe unter normalen Lebensverhältnissen nicht mehr von *Ergasilus minor* befallen werden. Ob hier eine gewisse Widerstandsfähigkeit der großen Schleien vorhanden ist, kann noch nicht sicher gesagt werden, da meine Versuche auch einen allerdings schwachen Befall ergaben. Spätere Untersuchungen sollen vielleicht auch diese Frage klären. Jedenfalls ist ein schwacher Befall großer Schleien mit *Ergasilus minor* bedeutungslos, sofern nicht eine Umsetzung in Teiche mit kleinen Fischen erfolgt und diese dann in Gefahr bringt.

Sind mehrere Teichwirtschaften durch einen Fluß verbunden, so besteht die Gefahr, falls in einem der Teiche diese Krankheit ausgebrochen ist, daß sie auch auf die anderen, hauptsächlich weiter unten gelegenen, übertragen wird. Der Strom kann die noch freischwimmenden Parasiten mit nach unten treiben, oder die Ansteckungsgefahr entsteht durch kranke, wandernde Schleien. Schutzgitter können solchen Fischen den Zutritt zu anderen höher gelegenen Teichen und eine damit verbundene Verbreitung der Krankheit verhindern. Wie bereits erwähnt, erfolgt die Vermehrung der Parasiten nur in den Sommermonaten. Im Winter ist also eine Ansteckung ausgeschlossen. Es besteht auch keine Gefahr, wenn gesunde und kranke Schleien in einem Hälter zusammen überwintern; das Kalken der Winterteiche ist daher unnötig. Nur ist beim Aussetzen im Frühjahr darauf zu achten, daß kranke und gesunde Fische getrennt werden. Am besten ist es, wenn die befallenen großen Schleien zum Verbrauch verkauft werden.

Das Baden von kranken Fischen ist auf jeden Fall unratsam, da meist die Schleien selbst davon sehr angegriffen und damit noch mehr geschwächt werden. Bekämpfungsmaßnahmen sind immer der Biologie des Wirtes und des Parasiten entsprechend zu ergreifen, während unbiologische Mittel, wie das Baden und andere, stets abzulehnen sind. Es ist auf jeden Fall besser, die Teiche restlos abzufischen und die gefangenen Schleien auf ihren Gesundheitszustand zu untersuchen. Dementsprechend sind dann biologische Maßnahmen gegen die Verbreitung der Parasiten zu ergreifen. Bleiben Tümpel stehen, so sind sie auszukalken, um eventuell zurückgebliebene kranke kleine Schleien abzutöten.

Voraussetzung für die Zucht gesunder Schleien, wie überhaupt für alle Fische, ist die Schaffung günstiger Lebensbedingungen; erst ihr Fehlen ruft Krankheitserscheinungen hervor. Eine zu starke Besetzung der Teiche mit Fischen ist auf jeden Fall zu vermeiden. Ist in einer Teichwirtschaft nur einer von den beiden Parasiten aufgetreten, dann ist eine Bekämpfung leicht möglich, da *Ergasilus sieboldi* nur große und *Ergasilus minor* nur kleine Schleien befällt. Beide Parasiten lösen sich

gewissermaßen im Befall ab. Weit schlechter daran sind die Teichwirtschaften, in denen beide Parasiten zugleich auftreten. Nur eine sorgfältig geregelte Schleienzucht kann in jedem Fall eine erfolgreiche Bekämpfung ermöglichen.

C. Zusammenfassung.

1. Die beiden Schleienparasiten *Ergasilus minor* und *Ergasilus sieboldi* werden in der vorliegenden Arbeit untersucht. *Ergasilus minor*, ein neuer Parasit, unterscheidet sich von dem schon lange Zeit bekannten *Ergasilus sieboldi* hauptsächlich durch seine Größe. Die Färbung ist bei *Ergasilus sieboldi* auf der Bauchseite sehr stark, während bei *Ergasilus minor* nur die Gegend des Darmes pigmentiert ist.

2. Während beide Parasiten im Bau der 1. und 2. Antennen und in der Körperform übereinstimmen, sind deutliche Unterschiede in der Anzahl der Borsten der ersten 4 Beinpaare, ebenso wie besonders in der Form des rudimentären 5. Schwimmfußpaares vorhanden.

3. Bei den Weibchen folgen auf das Geschlechtssegment 2 Abdominalsegmente, während bei den Männchen 3 vorhanden sind.

4. Bei *Ergasilus sieboldi* konnten außer den 4borstigen normalen Tieren auch 5borstige Formen unter den freischwimmenden Krebschen beobachtet werden.

5. Die innere Anatomie ist bei beiden *Ergasilus*-Arten gleich. Bisher war sie für die Männchen noch ganz unbekannt und für die Weibchen nur wenig untersucht.

6. Es gelang, Spermatophoren am Körper des Weibchens festgeheftet zu beobachten. Die Eizahl beträgt bei *Ergasilus sieboldi* etwa 110 Stück, bei *Ergasilus minor* nur etwa 20 Stück. Die Entwicklungsdauer hängt von der Temperatur ab. Sie beträgt vom Ei bis zum geschlechtsreifen Tier im Frühjahr 5—6 Wochen. Beim Auftreten einer Hitzeperiode im Sommer war jedoch schon nach 12 Tagen die Entwicklung abgeschlossen. Während des Sommers können 3—4 Vermehrungszeiten aufeinander folgen. Von Ende Oktober bis März ruht die Entwicklung völlig.

7. Die Zeit von der Festheftung eines Parasiten auf einem Wirt bis zur Ausbildung von Eiertrauben beträgt bei günstigen Temperaturen nur 6 Tage. Im Herbst festgeheftete Tiere sind aber erst im darauffolgenden Sommer imstande, Eier zu bilden.

8. Die Lebensdauer der Männchen beträgt etwa 2 Wochen, diejenige der Weibchen dagegen kann über 1 Jahr betragen.

9. Die Fortpflanzungsziffer *eines* jeden Weibchens von *Ergasilus sieboldi* beläuft sich bei 4 angenommenen Entwicklungsperioden im Jahre auf rund 102030000 Nachkommen, während ein Weibchen von *Ergasilus minor* etwa 177000 Nachkommen erzeugt.

10. Anderen Autoren war es bisher nicht geglückt, ältere Entwicklungsstadien als die *Nauplius*-Larve zu züchten oder in stark verseuchten Teichen zu fangen. In vorliegender Untersuchung konnten sämtliche

Entwicklungsformen (2 Metanauplien und 3 Copepoditstadien) gezüchtet und beobachtet werden.

11. *Ergasilus sieboldi* sitzt außen auf den Kiemenblättchen fest, während *Ergasilus minor* zwischen den Kiemenblättchen angetroffen wird.

12. Beide Parasitenarten werden durch die Larven im Sommer mit dem Wasserstrom verbreitet, oder es können kranke Schleien in andere Gegenden wandern oder durch Vögel und andere Fischräuber verschleppt werden. Eine direkte Ansteckung von Wirt zu Wirt durch Überwandern fertig ausgebildeter Schmarotzer erfolgt nicht. Von der Kieme abgelöste Parasiten können nicht schwimmen. Die Eier sind sehr widerstandsfähig. Dauereier werden nicht gebildet.

13. Nach den Beobachtungen im Freien ist festzustellen, daß *Ergasilus sieboldi* im allgemeinen nur auf größeren Schleien angetroffen wird, während *Ergasilus minor* auf Schleienbrut und Satzschleien bis 20 cm Länge zu beobachten ist. Die Parasitenzahl auf einer Schleie ist je nach den Lebensbedingungen sehr verschieden.

14. In den Seen kann man vielfach nur durch intensive Befischung die Schleien- und Schmarotzerzahl herabsetzen und so günstigere Aussichten für die Ausheilung der Krankheit schaffen. In der Teichwirtschaft dagegen ist es möglich, durch sorgfältige Auslese gesunder Laichschleien und durch Schaffung günstiger Lebensbedinungen (schwache Besetzung, gute Düngung und Fütterung) die Parasiten entweder ganz auszuschalten oder infolge der Kräftigung des Wirtskörpers so bedeutungslos zu machen, daß sie praktisch keine Rolle spielen.

D. Literaturverzeichnis.

1. **Bory, T.:** Zur Biologie von *Ergasilus sieboldi* Nordmann. Mém. Inst. à Cracovie (Pologne), Rok **1933**, No 21. — 2. **Claus, C.:** Neue Beiträge zur Kenntnis parasitischer Copepoden. Z. Zool. **25** (1875). — 3. **Halisch, W.:** *Ergasilus minor*, ein neuer Parasit auf der Kieme der Schleie. Zool. Anz. **106**, H. 12 (1934). — Ein Vergleich zwischen *Ergasilus briani* Markewitsch und *Ergasilus minor* Halisch. Zool. Anz. **109** (1935). — Der große und der kleine *Ergasilus* der Schleie *(Ergasilus sieboldi* und *Ergasilus minor)*. Fisch.ztg Neudamm **38** (1935). — 4. **Hartmann:** Beiträge zur anatomischen Kenntnis der Schmarotzerkrebse. Arch. f. (Anat. u.) Physiol. **1870**. — 5. **Lehmann, C.:** *Trutta iridea*, ein Wirtstier für *Ergasilus sieboldi*. Zool. Anz. **69** (1927). — 6. **Markewitsch, P.:** Parasitische Copepoden des Aralsees. Zool. Anz. **96** (1931). — Descrizione di due specie nuove di *Ergasilus* provenienti dalla Russia. Mem. Soc. Entomol. Italiana **12** (1933). — Die Schmarotzerkrebse der Ukraine, 1934. — 7. **Neuhaus, E.:** Untersuchungen über die Lebensweise von *Ergasilus sieboldi* Nordmann. Z. Fischerei **27** (1929). — Zur Systematik von *Ergasilus sieboldi* Nordmann. Z. Fischerei **30** (1932). — 8. **Nordmann, A.:** Mikrograph. Beitr. **2** (1832). — 9. **Rumphorst, H.:** Über Ergasiliden. Mitt. Fischereiver. Prov. Brandenburg **16** (1924). — 10. **Steuer, A.:** Die Entomostrakenfauna der Alten Donau bei Wien. Zool. Jb. System. **15** (1902). — 11. **Wilson, Ch. B.:** North American Ergasilidae. Proc. nat. Mus. Washington **39** (1911). — 12. **Wunder, W.:** *Dactylogyrus vastator* Nyb. auf den Kiemen der Karpfenbrut. Biol. Zbl. **46** (1926). — 13. **Wunder, W.:** Die *Dactylogyrus*-Krankheit der Karpfenbrut, ihre Ursache und ihre Bekämpfung. Z. Fischerei **27** (1929).

Lebenslauf

Ich wurde am 25. September 1906 in Ludwigsglück, Kreis Hindenburg O/S., als Sohn des Reichsbahnsekretärs Paul Halisch geboren.

Meine Schulzeit verbrachte ich in Kattowitz und später in Breslau. Mehrere Jahre war ich dann als Beamter in der Landwirtschaft beschäftigt. Seit 1933 bin ich bei der Gauwaltung der Deutschen Arbeitsfront in Breslau tätig und habe auch während dieser Zeit nebenberuflich meine Doktorarbeit angefertigt.

Seit Ende 1935 bin ich verheiratet und habe 2 Kinder. Am 1. März 1940 wurde ich zum Kriegsdienst einberufen.

Walter Halisch.